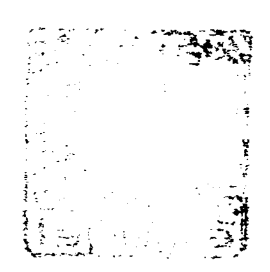
目　录

1 我与科学世界

10 量子理论的三大宗师
17 原子的追踪者
24 “业余物理学家”
29 三个研究中心
34 “泡利效应”
39 格廷根的“玻尔节”
43 哥本哈根精神
48 “玻恩幼儿园”
50 玻恩和弗朗克
52 “马蹄铁”及其他
55 “阿耳索斯部队”和“骆驼书”
59 外才克尔和玻尔
64 《谐谑物理学期刊》
76 “哥本哈根《浮士德》”
82 朗道和玻尔
88 颠倒陀螺的故事
93 “波希米亚人”普拉才克
97 卡斯密尔的故事
101 迈特纳和弗里什
107 致词的艺术

110　卡匹察的故事
117　擅长思考的鹦鹉
121　洛仑兹和克喇摩斯
124　三人尝醋的故事
126　两种真理
128　玻尔和火柴
130　专家和哲学家
134　玻尔的“龙”
139　街车上的谈话
140　“像一个 Hund 那样地工作”
141　三代人论玻尔
144　费曼和玻尔



我与科学世界

什么是“科学世界”？或者更广泛地说，什么是“文学世界”、“史学世界”、“美学世界”、“哲学世界”以及其他种种的“世界”？这问题似乎是很难回答的，至少是说来话长的。换言之，“科学世界”等等，似乎并不是多么清楚的概念。

至于“我”，说来话也不短。《庄子》中有“吾丧我”的说法，在此不可多论。古时西方国家的君王，常自称“我们”(We)而不肯用单数的“我”(I)，以示谦虚(虚伪?)。大约在六七十年前，中国知识界的一大名人是胡适之(即胡适)。那时有一位先生偶然提到“我的朋友胡适之”。这种借名人以自装门面的行为一时受到了许多人的耻笑。古人说，“知耻近乎勇”，现在似已不合时宜。常见许多怪里怪气之“精英型人物”，在电视上或“文章”中动辄说什么“我作为……(例如“有正义感的”等等)的学人”——或“学者”，或“作家”，或“画家”等等，那种大言不惭的气派，当然谈不到“知耻”(而是相反)，但却实在是要有点“勇气”才能干得出来的！

且说不久以前，“我的朋友”派斯教授(Prof. Abraham Pais)出版了一本自传，叫做《双洲记》，叙述了他一生先在欧洲后在美洲的生活和工作。他在书中说，在写这本书之前，他曾经有过一些顾虑，不愿意写一本到处充满了“我、我、我”的书。但是后来考虑到别的因素，才终于写了。在外国的很有

名气的学者(并非自封)中,派斯是一个相当傲慢的人物。然而就连他那样的人物,在"我、我、我"的问题上也远远不像咱们某些中国同胞这样地"勇敢"。

至于本书的笔者,年近八旬,当然已经是"过时"之人,绝无青年精英之勇了。因此"我与科学世界"这个题目,实在使"我"感到有些"烫手"。现在只能勉鼓残存之"芥胆",尽可能如实地谈谈自己对所谓"科学世界"的一些粗浅的认识,肯定不值"识者"一笑!

* * *

鄙人生而笨拙,反应迟钝,性情内向,不擅应对,故从来不为长辈所喜,从小就被看成一个没出息的孩子。幼时不喜运动,不爱热闹,因此很早就养成了"偷看"小说的毛病,中"毒"之深,到老未拔。那时不知天高地厚,曾想当一个"才子"(即现在的"文学家"?),后来受到父兄师长的劝阻,因缘际会,才一步一步地走入了物理学中。于是,从入高中到研究生毕业,又转入了更加不知天高地厚的另一个阶段,想当一个真有成就的理论物理学家。为此,本人确实也下了很大的苦功夫,不能说没有收获,然而却因为种种主观、客观的不幸原因而终于没有搞出什么"名堂"。后来,又一次的因缘际会把在下推入了"量子物理学史",成了现在这种老景颓唐的形象。回首前尘,也只能道得一声"惭愧"了!

* * *

以上就算是作了"我"字的文章,自信并未犯那种"江湖膏药贩"的毛病(没那种"胆量",即"勇气")。现在且来试着谈谈"科学世界"。

对在下来说,"科学世界"主要应指"物理世界",而后来却

变成了“(量子)物理学史的世界”，甚至变成了“尼耳斯·玻尔(Niels Bohr)的世界”。这三种“世界”各有特点，说来越发话长，可以写成许多本书了。现在只能简短地谈谈科学史。

有一位思想家说过，“历史，那是通过举例来传授的一种哲学。”那就是说，历史其实是一种“哲学”，是训练人们使之增长见识，越变越聪明的学问，但是它的教导方式却是通过举出具体的例证，而不是只讲述空泛的教条。确实，既然历史不可重演，一切的史实就只是一些例证。要达到“哲学”的目的，史实的选择和评价就是至关重要的。这种选择和评价，取决于史学工作者本人的史识(即见解和观点)。没有高明的史识，只靠不分主次地、不讲分寸地、干巴巴地罗列史实，那就是十分蹩脚的工作者，写出来的东西就不能算是合格的史书，而是毫无意义的“断烂朝报”。另一方面，选定一种僵死的、虚构的、先入为主的“观点”，然后去牵强附会地找些偏僻的史实来作为“例证”，而把那些更重要的反面例证置之不论，那就是一种骗人的江湖把戏，是对读者极有毒害的一种“误导”了。

一般谈到历史，主要是指关于人类社会的兴衰的记载，其中很大一部分是讲的政治上的兴衰和斗争。因此，我国有一位古人曾经愤激地把全部历史叫做“相斫(zhuó)书”，即全都是你杀我、我杀你的记载。但是科学史中却极少(假如也有的话)相斫之事，它记载的是人对自然的探索和认识以及适应和利用。因此有人说，科学史是全部历史中最干净、最高尚、最国际化的部分之一。

笔者在最近四十多年来所从事的量子物理学史，是一般科学史的一个很有限、很专门的部分。我们知道，量子物理学，特别是量子理论或称理论量子物理学，是20世纪物理学中特别重要、特别根本、特别丰富、特别新式和特别深奥的一个部门。要介绍它的真谛，即使是尽可能简单的入门论述，也

是一件十分艰巨和繁重的任务。

量子理论处理的是“微观客体”的运动规律。什么叫微观客体？这问题需要另外写一本十万字的小书才能“初步地”说清楚——或说不清楚。“观”就是“看”。“看”就是：来自客体的可见光刺激视神经而在人脑中引起变化的过程。“微观”(microscopic)一词起源于“显微镜”(microscope)，因此就有那种“以己昏昏、使人昭昭”的“科普作家”画一个显微镜来代表“微观”，殊不知那完全是大大地“露怯”，“猴儿吃麻花儿——满拧”！科学上讲的“微观客体”是指大小和原子可以相比或比原子更小的东西。那么小的东西是任何的光学显微镜也无法看到的。正因如此，微观世界的运动规律也就带上了特别“非直观”(看不见，摸不着)的特色，或称特别“抽象”的特色。这种规律和我们在日常生活中所熟悉了的运动规律差别甚大，因此也就特别难以在思想中“具体地”掌握——也就是说很难懂。当爱因斯坦(Albert Einstein)的相对论刚刚出现时，一些爱起哄的新闻记者曾经宣称世界上只有两个(或三个，或十二个)人懂得那种理论。然而那其实只是一种鼓噪，很少有什么认真的物理学家会相信那样的论断。量子力学的情况却不然。关于它的“物理诠释”，人们已经争论了六七十年，虽然也发表了大量的议论和文章，但是人们心中一直还觉得朦朦胧胧，不很踏实，甚至连美国的超级天才物理学家理查德·费曼也不惜坦然承认自己不知其“所以然”(见本书正文)。

正因为量子理论从本质上来说就是这样一种高度抽象的很不“寻常”的理论，它也就是一种特别不容易通俗化的理论。多少年来，虽然也有一些“科普名家”试着写过几本这方面的书(例如乔治·伽莫夫(George Gamow)的书)，然而说老实话，在“我们”看来，那些书都写得挺不成功，只讲了一些“怪模怪样”的现象，而不同程度地歪曲了量子物理学的实质。

到底有没有可能写一本深入浅出、引人入胜、实事求是而并非故弄玄虚、哗众取宠的科普书籍,来向一般大众介绍量子理论的大致轮廓和基本观念呢?这一问题的答案现在还很难确定。将来或者有一天,当计算机技术取得了更加决定性的进步时,也许会有什么天才人物想出办法,把量子规律"计算地"显示得更加形象,从而使人们有可能得到某种"拟直观"的描述?至于现在,看来离那种美妙的或使人疑虑(容易引起更多的误解)的境界还很遥远。

* * *

可以想到,人类认识量子规律并逐步创立和发展了量子物理学的过程,是一个十分错综复杂的、千头万绪的历史过程。或者说,量子物理学的发展史,是一部波澜壮阔、动人心魄的史诗。在这部为时并非太长的历史中,充满了天资卓越的英雄和出人意表的场面,需要米开朗基罗或达·芬奇那样的大手笔才能栩栩如生地描述那许多壮丽的画面。"我"可不是那样的艺术巨匠,没有那种无耻的"勇气"来向亲爱的读者们作出言过其实的虚假承诺。本书所打算提供的,只是一些简略的"速写",指望给读者们留下一点初步的印象而已。

换句话说,我们在本书中打算向读者们展示的,是一些科学家(或哲学家)的小故事。这些科学家,绝大多数都直接或间接地和量子物理学有关。既然笔者一生的很大一部分精力都用在了尼耳斯·玻尔的生平、学术和思想上,这里所讲的故事也就有许多是关于玻尔或他的师友弟子们的。在选择这些故事时,我们尽量选那些有意义和有趣味的逸事,而坚决抛弃那些低级趣味的、浅薄无聊的谣传。另一方面,我们也考虑了题材的新颖性,凡是那些已经被别人重复了很多次的掌故,我们一概不再重述(被别人严重歪曲了的都另行给出正确的表

述)，优先选择的是那些在我国罕为人知的故事。

大约20年前，当改革开放刚刚在我国实施时，青年人开始热心地学习起英语来。那时有人从美国(?)引进了一种英语读物，谈了几个“科学家”的故事，包括爱因斯坦、爱迪生等人(爱迪生是“发明家”，算不算“科学家”还值得讨论)。在关于爱因斯坦的介绍中讲了一个“故事”。据说有人问爱因斯坦什么是“时间的相对性”，而爱因斯坦回答说：当你和一位漂亮的女友在一起时觉得时间过得很快，这就是时间的相对性。我们认为这是一个十分荒唐、极其庸俗的谬说，其真实的可能性不会超过万分之一。爱因斯坦很有幽默感，有时确实会开一些很可回味的玩笑，但他极少可能说出这样无聊的话来，因为他所提出的“时间相对性”完全不是这个意思，他怎么会用这样的废话来打自己的脸呢？假如说，万一他在某一特殊场合(设想他喝了太多的酒，但这其实也不太可能)真说过这样的话，那也毫无意思，不值得记录和传诵。凡是编造和传诵这一类低级趣味的东西的人，只能证明他自己的愚蠢和对读者的侮慢而已。因此，讲故事也有许多的讲究，不能单纯猎奇，也不能“拾到篮里便是菜”！

凡是故事，都有被夸大或修改(“篡改”一词在“文化大革命”中使用甚广)过的可能。因此说者和听者都不可把它看得太死，只能理解其精神而已。我国晋朝的大画家顾恺之，有一次给一位名叫裴楷的人画像，画成之后在画像的脸上添了三根毛。那人的脸上本来没有这三根毛，但是像上添了三根毛以后人人都说更像裴楷了。这就是所谓“艺术的真实”。写历史的人本来应该严格尊重“历史的真实”，但是谁也不敢保证最杰出的历史书中没有任何“艺术的真实”。例如司马迁写《史记》，描写项羽兵败时后面有人追他，他回头大喝一声，吓得追他的人神经失常，回头跑了几十里。这样的历史细节谁

能保险绝对真实？但是有了这样的细节才更加显示出项羽的英雄气概，才是更好的史书——当然，“画蛇添足”的劣等谎言另当别论！

*　　*　　*

任何史学工作都会涉及古代的一些个人；不提古人姓名，只说“某人”这样，“有人”那样，那便是糊涂历史，谁也看不懂的。有一段时间，我们当教师的被迫除“批判”外不得提到外国科学家的名字，否则将被斥为“崇洋媚外”。物理学上的“牛顿三定律”被改名为“力学三定律”，“欧姆定律”被改名为“电阻定律”(实在不通之至)。有人写了一部多卷本的世界史，书中除了几个起义的奴隶领袖或农民领袖以外几乎没有什么人名，讲的只是人类社会中的阶级如何“斗争”等等。那真是一部奇怪已极的史书。这也是在我们中国确实发生过的一些可悲而又可耻的历史事实。

研究或学习科学史，当然也不可避免地会接触到许多科学家的名字。在起初，每一个名字对你都很生疏。例如提到牛顿或伽利略，你觉得茫无所知，不了解他们是哪国人，性情如何，等等。渐渐地，你知道这两个人在力学方面作出了许多根本性的贡献。但是在记忆他们的主要贡献的同时，仍然要死记他们的名字。这时你觉得他们离你还很遥远，记他们的名字仍然是一种负担。当你的科学知识多起来时，你对有关的科学家会渐渐熟悉起来，你和他们之间的距离会渐渐地缩短。在通常的情况下，需要经过多年的、艰苦的、有目的的努力，才能足够熟悉为数不多的(往往是一两个)你不曾见过面的著名科学家，以致一提到他们的名字，你就自然而然地而不是费劲吃力地记起他们的“档案”来：他是什么地方的人，父母妻子是些什么人，他年幼时是聪明还是笨拙，他平生有些什

么样的爱好和经历，他是怎样走上科学之路的，他作出了什么样的贡献，怎样作出的，其意义如何，他和哪些人有交往，受到过什么人的影响，得过什么病，何时逝世，葬在何处等等。这时你觉得那几位科学家已成了活生生的人，一闭眼就能看到他们的音容笑貌，他们好像成了你的朋友。到了这时，研究科学史才会变成你的生活的一部分，而不再是一种艰难的苦工。你生活在许多伟大的古人中间，如鱼得水，其乐融融。这就是所谓的"神交"，或称"精神上的沟通"。在这种神交的境界中，你的见识一天天得到提高，品位一天天得到纯化，气度一天天变得高雅脱俗起来。

然而，这种美妙的境界和乐趣，绝不是可以轻而易举地达到的。常见一些很有成就的科学史家，天分并非不高，用力并非不勤，条件并非不好，也写了一些文章和书籍，得到社会的承认，但是却显然不曾和任何一位已逝的科学家达到神交的地步。当然，我们并不能仅仅因为这一点而贬低那些工作者，因为各人的志趣不同，方法不同，道路不同，谁也不应该强求一律。然而，一次也不能达到上述的境界，毕竟使人替他们感到遗憾。另外也请允许我们指出，如果你的工作动力中夹杂了一点追求名利的因素，要达到上述那种高超的精神境界通常就是很困难的。

我们痛恨江湖上的假话、大话和空话，绝不胡吹本书所提供的这区区几个小故事就能使亲爱的读者和所涉及的这些科学家非常熟识起来而达到和他们"神交"的地步(那是绝无可能的)。但是我们却希望通过这些小故事，在读者们面前打开一条小缝，使他们能够隐约地窥到那种美妙境地的一点影像，嗅到那种美妙境界的一点气息，因而心中升起一种追求科学、追求知识、追求真理、追求高尚品格的纯洁志趣来。这种希望若能实现，哪怕是部分地实现，则我们的力气不算白费，那将

是对我们的很大安慰！

我们相信，至少有某些读者会觉得书中的某些故事很有趣。这将是对我们的一种鼓励。但是我们不能不指出，这种趣味性和上面所述的那种“与古为邻”的意境大不相同。故事的趣味性是显露的、容易的，而学问的味道则是深沉的、艰难的。谁也不要指望任何一门学问（只要真是值得尊重的学问而不是江湖骗术）会像讲故事那样好玩，否则您就是被人家误导了！

本书所用图版，除另行声明者外都由丹麦的“尼耳斯·玻尔文献馆（NBA）”提供并授权发表，在此志谢！

量子理论的三大宗师

人们常把 1900 年 12 月 24 日叫做“量子理论的诞辰”。在那一天的德国物理学会的例行讨论会上，德国物理学家马克斯·普朗克(Max Planck)提出了关于“黑体辐射”的理论解释，在那种理论中包含了“能量子”的概念，引入了一个后来称为普朗克常量(又称“作用量子”)的常量 h。关于“能量子”等等的物理概念，仔细讲来太复杂。简单地说那就是一些“能量的小块”。当能量从原子中被发出或被原子所吸收时，它永远是一块一块地被放出或被吸收的。这种观念和以前所有的物理观念都不一致，但由此推出的“普朗克黑体辐射公式”却得到了实验结果的“完全证实”。

普朗克是理论家，他得出了一种和所有以往的理论都有矛盾的理论；这曾使他长期地感到不安。但是他的理论结果和实验符合得很好，所以谁也不能把这种理论随便抛弃掉，而随着事物的继续演进，人们认识到了普朗克的“量子假说”是“牛顿以来最伟大的发现”。

普朗克为人极其正派，谨慎谦虚。他在柏林大学任教多年，培养了许多博士研究生，后来成了德国学术界最德高望重的代表，其地位相当于国家科学院的院长。他经历了两次世界大战。在第一次大战中，他的长子从军受了重伤，后即身亡。在第二次大战中，他的次子因受反希特勒的牵连而被纳

粹杀害。战争给他造成了精神上和物质上的极大伤害。

在量子理论诞生了五年以后，在 1905 年，当时还完全不出名的爱因斯坦先后发表了三篇论文，处理了物理学中三个不同方面的问题。人们说，这三篇论文分别创立了物理学中的三个分支。其中和量子理论有关的一篇论文提出了一个惊人的观点，作者称之为 heuristic 观点。Heuristic 这个词，在简单的词典上译为“启发性的”，其实并不多么贴切。它的意思大致是，看起来似乎没有道理，用起来却能得出某些不错的结果，因此把它译作“试探性的”也许较好。爱因斯坦的观点叫做“光量子的观点”。他指出，不但在发射和吸收时光的能量是“一块一块地”(按能量子)变化的，而且“在适当的条件下”，光在空间中传播时也可以被看成一种粒子流，这些粒子有确定的能量和动量，叫做“光量子”，现在通称“光子”。



图 1　马克斯·普朗克

爱因斯坦后来表示，他平生的工作，唯有这篇论文可以称为“革命性”的。这是什么意思呢？因为光量子的概念和以往人们已经充分相信了的光学概念正好相反！经过 18～19 世纪的科学发展，人们得到了非常丰富、非常精确和非常肯定的实验资料，证明光是频率介于一定范围内的电磁波。它不是当年牛顿所曾设想的那种“颗粒”。现在忽然有一个毫无名气、地位的青年人出来说光不是电磁波而是粒子流(但是此“粒子”非彼“粒子”，和牛顿的设想并不相同)，这不是非常“革

命的"吗？

但是爱因斯坦的"光量子假说"是 heuristic 的，就是说，它能够很好地解释几件特殊的实验事实，因此谁也不能简单化地把它扔掉。

爱因斯坦是在德国出生的犹太人，少年时期随父母迁往瑞士，在那里上了大学，结了婚，找到了工作并取得了瑞士国籍。他成名以后回到德国在柏林担任研究教授，按规定应该重入德国籍，但是他也保留了瑞士国籍。希特勒在德国上台以后，爱因斯坦在访问美国时正式宣布不再回德国，1940 年宣誓入了美国籍，但仍然保留了瑞士国籍，直到逝世。

我们知道，爱因斯坦因为创立了狭义和广义相对论而成了 20 世纪最著名的科学家，被许多人看成了"神圣"。一提到他的名字，人们首先理所当然地想到的就是相对论。事实上，他在早年对量子理论和统计物理学也作出了重要的贡献。除光量子的概念以外，他还把量子化的概念应用到了比热问题上，并且率先在量子理论的发展中引用了"几率"的概念。

直到那时，量子概念的应用一直和统计的理论相联系着——量子概念还埋藏在"统计的尘土"中。把量子概念直接应用于单个的微观体系，例如分子或原子上，则主要归功于丹麦科学家尼耳斯·玻尔。

1911 年，刚在本国获得了博士学位的玻尔到英国留学一年，先到剑桥，后转往曼彻斯特。在曼彻斯特大学卢瑟福(Ernest Rutherford)的科学集体中，他开始研究原子结构问题。

在此以前，已经有人提出过关于原子结构的各种设想，即各种的"原子模型"。但是，正如后世人们所评论的那样，所有那些原子模型还都很不确定，还停留在"科学幻想"的阶段，就



图 2　爱因斯坦和玻尔步行从旅馆到会场去参加第六届索耳威会议,1930 年摄于布鲁塞尔

像"火星上有没有人"之类的问题一样。喜欢想象的人们可以讨论这种问题并提出五花八门的看法,但是由于根据不足,谁也无法确定不移地判断那些看法的真实程度。

正是玻尔把原子结构问题放到了物理学的基础上,从而开拓了无比广阔的原子物理学的领域。他在曼彻斯特得到了一些初步的概念,回到丹麦首都哥本哈根以后,他在1912~1913年间第一次确立了他的原子结构及原子光谱的量子理论。他在1913年分三部分发表在英国刊物《哲学杂志》上的长篇论文,被称为"伟大的三部曲",这是原子物理学中第一篇历史性的重要文献。

玻尔接受了他的老师卢瑟福的有核原子模型(即承认原子的中心有一个很小的核),也接受了普朗克的能量子概念(即认为原子的能量是"一块一块地"变化的)。他自己创立了原子的"量子定态"和"量子跃迁"等概念。把这些全新的观念和已知的经典力学巧妙地"混合"起来,玻尔就破天荒第一次能够很好地解释了氢原子光谱的实验规律,并从概念上初步说明了其他原子的光谱规律,以及物质原子的另外一些性质。从那以后,玻尔全力进行了开拓工作,而(欧洲)其他各国的物理学家们也纷纷跟上,很快就使现代原子物理学蓬勃发展,蔚为大国,成了20世纪物理学中一个非常重要的分支。

20世纪的最初25年,是量子物理学取得飞速发展的时期。这一期间的量子理论,相对于后来出现的量子力学而被称为"旧量子理论"。在这一发展过程中,玻尔一直占据了无可争议的中心地位。他的工作,被后世有识之士评为原子物理学和量子物理学中的"最大的一步"。他所领导的哥本哈根大学理论物理学研究所,成了原子物理学的"国际首都"和各国青年物理学家心向往之的"麦加圣地"。

普朗克、爱因斯坦和玻尔,被称为量子理论的三大宗师

(三大先驱,等等)。当代理论物理学家阿布拉罕·派斯曾经比较过他们。他指出:

普朗克是一位典型的大学教授,他讲课,带博士研究生,对自己的发现(量子概念)的革命意义一直不曾充分意识到。

爱因斯坦是一个独自工作的人。虽然他也和别人联合署名发表过论文,但他的主要工作方式是独自探索。他不太关心讲课,从来没有正式带过一个博士研究生。他立即认识了量子概念的革命性,但对这种革命性所造成的理论局势一直感到不舒服。

玻尔是在和别人讨论中进行工作的。他需要身边有些青年人和他争论,联合作战。他也不太关心讲课,也不带研究生,但他指导了许多"博士后"或更高级的研究者。对于量子理论的革命性,他也是一下子就意识到了的,而且他心甘情愿地适应了理论局势,并对这种局势作出了哲学的概括(互补原理)。

这种比较是十分简单的。仔细的比较将构成物理学史的重要研究课题。我们在此只作几点具体的补充。

先看三人的生卒年份: 普(1855~1947),爱(1879~1955),玻(1885~1962)。我们看到,普比爱大 24 岁,比玻大 30 岁。按照科学进步的步伐来看,普比爱、玻早了一代,是他们的前辈。按照寿命的长短来排次序,我们得到: 普(92)、玻(77)、爱(76)。

其次看他们获诺贝尔奖的年份: 普(1918)、爱(1921)、玻(1922),次序正好与他们的长幼次序相同。很有趣的是,爱因斯坦的获奖不是由于他的相对论而是由于他的光量子假说。

最后看他们的民族: 爱是犹太人;玻的母亲是犹太人,故玻本人是"1/2 的犹太人";普是德国人,但当他得罪了纳粹分子时,有人就攻击他是"1/16 的犹太人"(这很可能是无耻的

诬陷)。顺便提到,在对量子物理学作出了重大贡献的人们中,犹太人占了一个相当大的百分数。因此,假若按照希特勒的反动观点把所有血统中有犹太成分的人都杀掉,则20世纪的物理学将只剩下一些可怜的残余!

派斯也更加详细地对比过爱因斯坦和玻尔,但他所举出的事实也只限于具体的数据,而没有进入历史评价的深度,我们在此不再多说。

现在,当20世纪即将结束时,人们正在进行各种的回顾。1998年5月底,联合国教科文组织(UNESCO)和丹麦的尼耳斯·玻尔研究所(NBI)联合在巴黎举行了"尼耳斯·玻尔和物理学在20世纪中的演进"演讲会。当会议刚刚开始筹备时,我在和丹方负责人纳坦教授(Prof. Ove Nathan)的通信中问起过有没有纪念爱因斯坦的相应活动,得到的回答是就他所知不太可能有,因为并不存在一个"相应的研究所"来负责纪念。同时他也告诉我,2000年是普朗克提出量子假说的一百周年。既然在德国的慕尼黑有一个"马克斯·普朗克研究所",到时候几乎肯定会有相当规格的纪念活动。我相信他的估计将会被证实为是正确的。另外我也相信,在2005年,世界上肯定会有人纪念爱因斯坦。

这就是我想讲述的第一篇故事。读者们可能很气愤,觉得所讲的算不上什么故事,或者说,它的"故事性"太差,没有趣味。我承认这种缺点。但是,以北方的评书或南方的评弹(弹词)为例,在进入正题之前总免不了一点"铺垫",即基本情况的介绍。我希望亲爱的读者们把这篇絮语看成本书后文的一种铺垫。正式的故事还没开场呢。得罪,得罪!

原子的追踪者

在“动物世界”之类的电视节目上，常看到追踪研究动物群体(例如鲨鱼群体)的镜头。人们设法把几条鲨鱼捉上船来，在它们身上装上适当的信号发射器，然后再把它们放回水中。通过接收信号发射器不断发回的信号，人们就可以追踪鱼群，并了解它们的活动规律。

我不知道这种办法是谁发明的和从什么时候开始使用的。但我推测那不会早于人类广泛使用固体电子元件的时候。如果我的猜想不错，那就可以说，类似的办法在更早的时候就已经被用来“追踪原子”了。

你是不是觉得难以置信呢？“原子那么小，能够像鲨鱼那样被捉住吗？即使能够，又怎能在它身上装个信号发射器呢？”问得有道理。但是不必担心。自然界本来就有些能够自动发出“信号”的原子，那就是天然放射性物质的原子。而且，自从 20 世纪 30 年代以来，人们还找到了办法，使必要种类的原子变得能够自动发射“信号”，那就是人工放射性物质的原子。

让我们稍微解释一下。我们知道，在 19 世纪末和 20 世纪初，人们发现了铀、镭、钍等几种元素具有“放射性”，就是说，它们不断放出一些“射线”来，用不着人去控制它们。进一步的研究证明，不同元素放出的射线分成三种，分别称为 α 射

线、β射线和γ射线。经证实，α射线或称α粒子是氦原子的核，带正电；β射线是电子，带负电；γ射线是波长甚短的光，不带电。这些射线都带有能量，从而都可以被当作“信号”来看待和使用。人们在30年代中又发现，许多元素本来没有放射性，但是通过适当的处理，可以得到具有放射性的这种元素的“同位素”——所谓同位素就是化学性质相同但原子量不同的一些原子。

有了这种最起码的预备知识，我们就可以开始讲“追踪原子”的故事了。故事的主角是匈牙利出生的犹太科学家赫维斯。因为他祖上在匈牙利被封为贵族，所以他的名字中可以使用德文中的“封”或法文中的“德”，因此他的全名就是乔治·德·赫维斯(George de Hevesy)。他也是卢瑟福的学生，当玻尔于1912年到卢瑟福那里工作时，赫维斯也正在曼彻斯特。二人相识并结成了终身的好友——而且他们还都是在1885年出生的。

我们知道，当时卢瑟福刚发现了原子核的存在，后来成了研究原子核的国际权威。物质的放射性过程是一种原子“蜕变”的过程，也就是一种原子通过放出(α或β)射线而变成另一种原子的过程。放出的不论是哪种射线，都有实验方法可以检测。因此，放射性的原子就像是鱼群中带有信号发射器的鲨鱼，它们不断地发出信号，报告着自己的所到之处。

现在让我们讲讲关于赫维斯的第一个故事。在欧洲各国，外国来的留学生及其他访问者往往在当地居民家中租一间房子居住。有时候，房东还向房客供应膳食。当时赫维斯在曼彻斯特过的就是这种生活。有一次，他觉得女房东供应的一盘菜肴是头一天吃剩的，便向女房东提了出来。那位英国太太坚决不承认，说每一份菜都是临时新做的。赫维斯为了捉住她，有一天就故意保留了一盘菜不吃，而在那盘菜中悄

悄地加了一点放射性元素。于是,“第二天端上来的菜就是具有放射性的了。”这充分证明第二天端上来的是陈菜。你们看,在当时(1911年前后),放射性的研究还属于尖端科学,而赫维斯竟把它用到了生活问题上,岂不也很有幽默意味吗?在这种应用中,放射性物质已经被用作了“指示剂”,就像装在鲨鱼身上的信号发射器那样。

其次让我们谈谈这种想法是如何被用到科学问题中的。赫维斯曾经回忆说:“当我在曼彻斯特时,卢瑟福很希望获得一种强镭D源的试样。实验室中储藏了很多镭D,但那是包含在大量的铅中的……有一天,我在存放氯化铅的实验室底层中遇见了卢瑟福。他对我说,‘小伙子,你若真有能耐,就把镭D从所有这些讨厌的铅中分离出来吧。’作为一个青年人,我当时是一个乐观主义者,从而我确信自己一定能够完成任务……我的努力的结果却是全盘的失败。”就是说,赫维斯用尽了各种分析化学的方法,终究没能把镭D和普通的铅分离开来。这是一点也不奇怪的。后来人们才搞清楚,所谓“镭D”,其实是普通铅的一种同位素,因此它和普通铅具有相同的化学性质,从而利用当时已知的任何化学方法都根本不可能把它们分开。不同的只是镭D具有放射性。

赫维斯的努力当然失败了。但他到底不凡,他的失败却从反方面给他打开了获得诺贝尔奖的门径。失败的结果使他来了个“脑筋急转弯”,得到了一种也许是他平生所得到过的最好的想法。他想,我不能白费这么多事,而如果我反其道而行之,就应该得到某种好处。于是他取了一毫克的硝酸铅,加上微量的镭D来标志这些铅,并通过测量其放射性来研究这一部分铅在化学反应中的活动情况。我们指出,这种办法和在一盘菜中加入一点放射性物质来证明菜肴的陈旧性的办法基本上是相同的,不同之处只在于动用了定量测量而已。这

就是后来被称为“同位素示踪剂”方法或“示踪原子”方法的起源。

那么，到哪里去弄足够纯的镭D来作为示踪剂呢？这也不像你们所想的那么困难。普通的镭，居里夫人所首先提炼出来的镭，是放射性的。放射之后就变成一种气体，叫做氡。人们把这种气体从存放镭的容器中抽出，并封存在玻璃管中，这就是当时用来治疗癌症的一种重要物质。因为氡也是放射性的，放出α射线就蜕变成镭D！因此赫维斯所要找的就是用“旧”了的这种氡放射源，而且他知道到哪里去找。在奥地利的维也纳，有一个“镭研究所”，那里想必会有这种东西。于是他设法和该研究所的一位青年工作者潘耐特（Friedrich Paneth）取得了联系。说也凑巧，潘耐特也尝试过分离普通铅和镭D的工作，也同样遭到了全盘失败，而且也同样想到了利用镭D来“标志”铅元素的办法。因此他们真是志同道合和英雄所见略同。于是他们在这方面进行了合作，经过进一步的努力，做了更多的实验，并且在1913年联名发表了论文。这是“示踪剂”技术方面的第一篇论文。

故事到此就结束了吗？不然，不然。只有这一点贡献绝对得不了诺贝尔奖。

同样在1913年，玻尔的“伟大的三部曲”震动了物理学界。七年以后，他的理论有了很大的发展，丹麦政府终于同意并开始给他建立一个“理论物理学研究所”。于是他立即向他的好友赫维斯发出了邀请，请赫维斯到他的研究所中来工作。当赫维斯来到哥本哈根时，研究所还未落成，但是玻尔给他找了别人的实验室，请他先在那里干起来。

这一次到丹麦，赫维斯从1920年停留到1926年。在此期间，他和荷兰物理学家考斯特尔（Dirk Coster）一起发现了后来定名为铪（hā）的元素，填充了元素周期表第72号位上的

空白，给玻尔的原子结构理论提供了重要的支持。后来有的人认为，这种发现本来也值一个诺贝尔奖，但事实上却没人得奖。这且不提。

赫维斯一直惦记着他所喜欢的“示踪剂”工作。在他开始想到这种问题的10年以后，他在1922年（铪元素被发现，玻尔获得诺贝尔奖的那一年）前后，就用镭D（铅的同位素）和钍B（铋的同位素）作为示踪剂，研究了豆芽对铅、铋两种元素的摄入和排出。这是示踪剂方法对生物过程的最初应用，是一个崭新领域的第一次开辟。

但是，这种新领域还要再等候10年才能真正兴盛起来。因为，在20年代，能够应用的（天然存在的）放射性同位素还为数有限，而且大多是一些重元素。应用这些东西作为示踪剂来研究生物过程，是有很大的局限性的，因为这些元素对生物机体的毒性很大。

1931年，美国科学家哈若德·尤里（Harold Urey）及其合作者们发现了氘（dāo）和重水。氘是氢的一种同位素。由氘和氧而不是由氢和氧化合而成的物质就是重水，可以通过测量密度的方法来确定其存在。因此重水就可以用作普通水的示踪剂，尽管这回不是利用它发出的射线而是利用其密度的差异来检测它。尤里在1923年在玻尔的研究所中工作过，赫维斯认识他，并且和他感情很好。他向尤里索得了几升含有0.5%重水的水，用这种“带标志的”水研究了水分子在人体中的运行。为做实验，人必须喝一些这样的水，过一定时间再通过验血和验尿来研究这些水在人体中的分布。但是当时并不知道这种水对人体是否有害。据说赫维斯自己冒险喝了这种水来进行了实验。

1927～1935年，赫维斯是在德国的弗赖堡大学当教授的。但是当希特勒于1933年在德国上台时，赫维斯也像一切



图 3　玻尔(左)、杰姆斯·弗朗克(James Franck,中)和赫维斯(右)在哥本哈根,1935 年。背后的门是玻尔研究所 A 楼的入口。该楼旧称“别墅”,当年专供玻尔住家之用。楼中有玻尔在世时的办公室,现仍保持原貌

犹太人一样开始考虑离开德国了。这时玻尔再次替他设法申请了经费，使他能够以教授的身份回到了玻尔的研究所中。

从那以后，赫维斯全力开展了“同位素示踪剂”在化学和生物学中的应用的研究。在玻尔的协助下，他得到了以美国洛克菲勒基金会为主的各方面的资助，和丹麦的一些著名生物学家进行了合作，玻尔的研究所中刚建成不久的回旋加速器帮助他们制备了各种的人工放射性同位素。有一段时间，赫维斯在“理论物理学研究所”的院子里养了供实验用的金鱼、兔子等等，后来为了方便，他干脆搬到了别的研究所中去工作了。

这里可以插入一个“放射性猫”的故事。我不知道这故事的真实性如何，但它总是能够说明一些问题，而且是很有趣的。据说有一天，一只猫从研究所的窗子里逃走了。研究所的后面是一个很大的公园。人们到处找，找回了十来只猫。到底哪一只是研究所的猫呢？人们检查了每一只猫的唾液，发现有一只猫的唾液有放射性，于是认定它就是研究所的猫。

通过示踪同位素的应用，赫维斯及其合作者们研究了各种化学过程、生物学过程等等，发现了一些用其他方法不可能发现的规律。他写的一本关于示踪同位素的制备、测量和应用的专著，成了这方面的经典性著作。他的贡献终于得到了国际学术界的承认，1944 年，瑞典人决定授予他以 1943 年度的诺贝尔化学奖。说也凑巧，正是在 1943 年秋天，赫维斯离开了已被纳粹德国占领数年之久的丹麦，去了处于中立状态的瑞典。他持有匈牙利护照，用不着像玻尔那样逃亡，他只要大摇大摆地在哥本哈根搭上火车，就顺利地到达了斯德哥尔摩。战争结束后，他留在了斯德哥尔摩，直到 1966 年逝世——比玻尔多活了三年半。

“业余物理学家”

玻尔于1913年以其“伟大的三部曲”而一举成名，很快地赢得了“群众”。他性情谦和而诚恳，很容易和人相处。在1918年发展了他的“对应原理”以后，更加成了原子物理学中的当然领袖。那时他才30多岁，已经当了哥本哈根大学的理论物理学教授。在欧洲的许多国家中，大学里每一个专业只有一个（正）教授，只有当那个人退休、辞职或逝世时，别人才能接替他的位置。这种教授的社会地位是非常高的。

1920年，玻尔应普朗克之邀访问了柏林，在那里讲述了他的光谱学理论（包括“对应原理”的思想）。这是他第一次见到量子理论的另外两位宗师，即普朗克和爱因斯坦。

在那次访问中，举行了历史上有名的“无大腕座谈会”，或者叫做“小字辈座谈会”。玻尔发表演讲时，听众中的教授坐在前排，不是教授的人们坐在后排。在演讲后的讨论中，发言的也以教授为主。散会以后，陪同玻尔活动的，也是一些教授。这样，一些青年人和还没有当上教授的中年人就失去了和玻尔交流的机会。他们不满意，就推举了奥地利出生的犹太女物理学家丽丝·迈特纳（Lise Meitner）去见玻尔，请求和玻尔座谈一次，不许任何“正教授”参加。他们提出的要求是“无大腕”（boss-free）。当玻尔问他们什么叫“大腕”（boss 现译“老板”，那是中国人的现代叫法，其实不很贴切），他们对他进



图 4 “无大腕座谈会”合影。从左到右，不分前后排，第三人是杰姆斯·弗朗克，第六人是玻尔，第十人是赫维斯，第十一人是迈特纳，第十四人是古斯塔夫·赫兹(Gustav Hertz)

行了解释。

现在我们且说说杰姆斯·弗朗克的故事。他比玻尔还大三岁，但是因为在 1920 年还没当上正教授，所以有资格参加了“无大腕座谈会”(图 4)。他也是犹太人。从 1911 年开始，他和古斯塔夫·赫兹一起研究了电子和原子的碰撞现象。当玻尔在 1913 年提出了自己的原子理论以后，弗朗克曾经认为自己的实验结果反对了玻尔的理论。但是没过多久，玻尔了解了弗朗克-赫兹的实验并对实验结果作出了自己的解释。他发现这些实验结果有力地支持了他的原子定态的概念。又过了几年，弗朗克也同意了玻尔的看法，承认了他早先看法的不对。从那以后，弗朗克一直很佩服玻尔，他们二人成了很好的朋友，而弗朗克-赫兹实验也成了玻尔的原子定态概念的一

种最鲜明的实验证实。

这段小小的历史载在许多有关的书籍上，在国际上也是众所周知的。但是在中国，知道的人却不很多。甚至有些十分无知而又过于傲慢的“学者”坚决否认它。这太荒谬了，希望读者们不要被那种外强中干的“断言”所误导。

弗朗克后来到格廷根大学当了教授。当希特勒在德国上台并开始疯狂迫害犹太人和其他进步人士时，各大学纷纷解聘犹太人教师。弗朗克是犹太人，但他在第一次世界大战中曾在德国军队中服役，按照希特勒当时的条例他本来不在解聘之列。但是弗朗克看不惯希特勒那种反动做法。为了表示抗议，他在报上发表了文章，并自动离开德国去了丹麦。他在玻尔的研究所中工作了一段时间，然后去了美国。

弗朗克自称，他对玻尔佩服到“英雄崇拜”的地步。他说，你不能和玻尔在一起工作得太久，否则你会觉得玻尔已经知道了所有的东西，好像世界上没有什么值得再研究的问题了。他又说，有人认为没有玻尔别人也能搞出原子结构理论，那是十分错误的；没有玻尔，原子结构的量子理论可能会迟出 200 年。当然这只是他的个人看法，但这种看法也不见得完全荒谬，至少这表明了他对玻尔的评价是多么地高。

弗朗克讲的一个关于玻尔的故事很可发人深思。有一次，玻尔和弗朗克坐在一起听一个理论物理学家发表演讲。那个人在黑板上进行了许多很高深的数学演算。听着听着，玻尔忽然悄悄地告诉弗朗克说：你知道，我只是一个“业余物理学家”，他一讲快了我就跟不上了。弗朗克后来发表感想说，其实爱因斯坦也是一个“业余物理学家”。

这话该作何理解呀？全世界的人们都承认，爱因斯坦和玻尔是 20 世纪最伟大的两位物理学家。如果连他们都是“业余的”，谁又敢自称是“专业的”呢？这难道是弗朗克对他们两

个人的低估吗？肯定不是，因为玻尔正是弗朗克心目中的英雄。这是玻尔的过分自谦吗？也不是，因为在好朋友面前用不着那一套。那么这到底是怎么回事呢？我们认为，玻尔说的是实话。作为一个特别伟大、特别有创造精神的物理学家，玻尔最关心的是问题的物理本质。也就是说，他首先要弄明白的是，所讨论的到底"是怎么回事"。他首先要求的是一种概括性的、往往是定性的思想印象。至于定量的、数学的处理，他认为那是第二步的问题，也就是说，那只是达到更细致的认识的手段。他绝不是不懂或不喜欢数学。事实上，他在上大学时就已经精通了当时物理学所常用的数学工具，而且他的早期论文(例如他的博士论文)中也是包含了许多的数学演算的。但是到了后来，他的论文(他独自署名的论文)中所包含的数学表述就比较少了。他更多地论述了物理性质的问题。

玻尔的情况是如此，爱因斯坦的情况也有类似的一面。他们主要是"物理思想家"而不是"物理计算家"。另一方面，也有那样的物理学家，他们是通过数学来思考的。这样的物理学家也能作出伟大的物理贡献，其中最著名的例子就是英国的伟大理论物理学家保罗·A. M. 狄喇克(Paul A. M. Dirac)。

有一年，在美国的普林斯顿的高级研究所中，有一位来访的丹麦生物学家发表了一篇学术演讲，提出的观点引起了许多人的质疑，但是玻尔却发表了支持性的意见，并且提出了物理学方面的例证。但是人们觉得他所谈到的物理想法也太大胆，可能也不对。于是有两位"最高明的数学物理学家"决定进行试算。他们算了两三天，得出的结果使他们大为惊讶。因为他们的结果表明玻尔的看法是对的，而他们起初的怀疑是错的。为什么两个最高明的数学家算了两三天才能得出的

结果,玻尔只凭临时的灵机一动就能想到呢?当别人问起时玻尔有过一种说法,然而那说法恐怕也未必能够真正地说明问题,这问题其实是很复杂的。

玻尔年轻时是很好的足球队员。有一次丹麦人和德国人进行了一次足球比赛。在大部分时间内,争夺都是在德国队一边进行的。玻尔是守门员,有些闲得发慌。后来突然有一次,球踢到了丹麦人一方,眼看就要踢进球门中去了,但是玻尔还在门柱那儿站着,没有反应。最后幸亏一位球迷大声喊叫,他才惊醒过来,挡住了那个球。事后人们问他当时在干什么。他很不好意思地说,因为没有事干,他就忽然想到了一个物理问题,于是就在门柱上计算了起来。我不知道这个故事的真实性如何,但它却可以表明玻尔的思想可以达到如何的专注。

关于弗朗克,也有一个很好玩的故事。在他的晚年,当人们为了收集量子物理学史的资料而向他进行采访时,他谈了一些早年的回忆之类的事。当第二次采访(时隔一两天)时,人们又提及了那些事,但是弗朗克却坚决否认,说他从来没讲过那些话。当人们把上一次的采访录音放给他听时,他自己也感到惊奇不已。这一事实表明,老年人的记忆可以是如何地脆弱,而人们收集到的口述史料有时会是如何地不可靠。

三个研究中心

量子物理学史中一位非常重要的人物是德国理论物理学家沃尔纳·海森伯(Werner Heisenberg),他被我的一位丹麦朋友尊为20世纪仅次于爱因斯坦和玻尔的第三位最伟大的物理学家,其他的人,如薛定谔(Erwin Schrödinger)、狄喇克等等都比不上他。这当然是那位朋友的个人所见,但他的这话也绝不是瞎说的,因为任何人也不能否认海森伯的天才和学术成就。



图5 青年时期的海森伯

海森伯的物理学导师是慕尼黑大学的阿诺耳德·索末菲(Arnold Sommerfeld)。在玻尔的原子结构理论出现以后,索末菲和他所领导的科学集体在原子物理学方面做了大量的工作,而索末菲写的《原子结构和光谱线》一书也在一段时间内曾被当作原子物理学方面的"圣经"。但是终其一生,索末菲却没有得到过诺贝尔奖。除了评奖委员会的判断有欠公允以

外，这也还有另外一些原因。

那时人们研究原子结构，先假设有一个带正电的核，元素不同，核上所带的电量就不同。核的周围，有一些带负电的电子，其个数恰好足以使各电子的负电总和能够中和核上的正电。例如，氢原子中有一个电子，氦原子中有两个电子，如此等等，直到铀原子有 92 个电子。现在我问你，你怎么知道氢原子中有一个电子……钠原子中有 11 个电子等等呢？这问题并不那么容易回答。我们的中学教科书上是这样写的，甚至还画出挺整齐的插图来表示某种元素的原子核周围有几个电子。但是很可能连写书的先生也未必能说出人们是怎么知道有这么多个电子的。这是没有办法的事，有些东西只能"死记硬背"——我只希望电视上的各种"知识"竞赛别把死记硬背当作唯一的"知识"，不要禁锢青年人的思维能力！

闲话休提。且说那时的人们，当要研究一种指定的原子时，先要设想原子核的周围有一定数目的电子，然后用力学的方法去计算那些电子的运动，再通过玻尔的"对应原理"去推断这些电子的运动将对应于什么样的光谱等等。

问题在于，别的不说，仅仅计算多个电子的运动这一步就是十分复杂的。如上所述，除了氢原子只有一个核和一个电子以外，一切别的原子都有一个核和至少两个电子，即总共有至少三个粒子。这样的问题叫做"多体问题"。人们早就知道，力学中的"多体问题"是无法精确求解的；不论费多大事，你顶多只能求出"近似解"。也就是说，原子中多电子运动的力学计算是一种十分复杂、十分麻烦的数学物理问题。索末菲的特长就在于找到一些适当的课题，它们的求解具有合适的"复杂度"；就是说，你只要适当巧妙地下功夫去计算，一般就能求出适当近似的结果来。我们在这里接连用到"适当"二字，这是什么意思呢？意思就是，设想索末菲有一个学生要作

博士论文,他就能考虑这个学生的各种优点和缺点,给他建议一个既不太困难也不太容易的论文题目,使他经过努力,就能把论文写成。实在说,任何“博士导师”都应该懂得这一点,可惜事实上远非如此!在这方面,索末菲做得很好,因此他就培养了很多研究生,每年从他的研究所中发表一些论文,一时显得相当兴旺。所谓“新量子力学”中的两员大将沃耳夫冈·泡利(Wolfgang Pauli)和沃尔纳·海森伯,就都是在索末菲指导下获得博士学位的。

这样的办法可以使青年人确立自己的信心。他们接触的问题都比较具体,不涉及最深奥的理论困难,只要下功夫,通常就能得出结果来。但是,不难想到,这样得出的结果不是十分根本的东西,不可能赢得诺贝尔奖。

当然,我们在这儿把事情讲得太简单化了一些。索末菲绝不是那种鼠目寸光的学究型人物,他也有他自己的理想和创造,例如分析力学方法的改进、新量子数的引入和氢谱线精细结构理论的确立等等。尤其是后一贡献,如果人们为此而授予索末菲一份诺贝尔奖,也不一定就说不过去。

现在且说海森伯。当他还在慕尼黑求学时,就到过格廷根。从慕尼黑大学毕业并获得博士学位以后,他就到格廷根大学当了马克斯·玻恩(Max Born)的助教。当时格廷根的一个街区,被称为“世界数学中心”,因为那里住着大数学家大卫·希尔伯特(David Hilbert)。玻恩和希尔伯特,常常联合主持理论讨论班,而且玻恩本人也对物理问题的数学处理特别感兴趣。因此当时格廷根的学术空气十分浓厚,人们对那里心向往之,许多人到那里留学或做博士后研究工作。这样,在第一次世界大战(1914 年)以前,德国的物理学中心本来是在柏林,战争以后,这种中心就渐渐移到了格廷根。

海森伯在格廷根从 1923 年工作到 1926 年,其间曾于

1924 年秋季按照两年前的约定到哥本哈根的理论物理学研究所中随玻尔工作半年。1926～1927 年，在玻尔的安排下，他又到玻尔那里当了一年 lektor(通常译为讲师，其实相当于英、美等国的副教授)，和玻尔及其研究所建立了相当密切的关系。

玻尔研究物理学的方法，又和索末菲或玻恩的方法有所不同。他主要关心的是那些原理性的、基础性的问题。他对自己所创立和发展起来的理论一直并不满意。尽管索末菲已经觉得这种原子理论是很好的真理，玻尔却一直声称这只是一种很初步的、临时的、预备性的理论，理论的基础还很不稳固，逻辑还很不严密，需要改进的地方和需要解决的问题还很多。我们曾经说过，玻尔最关心的是事物的物理学的一面，而把数学的表述放在第二位。特别是，既然他认为自己的理论还很不成熟，他在解决具体问题时就较多地依靠物理学的“直觉”和半定性的推测而较少地依靠定量的计算。他在 1921～1922 年发展起来的化学元素周期表的理论解释，一下子考虑了所有几十种元素的原子结构(原子中各电子的分组等等)，讲得却也头头是道。那时慕尼黑的人们极感惊讶，觉得玻尔一定是一个“绝大的数学天才”，竟能一下子解决几十种原子的力学计算，而这种计算若让“凡人”来做，需要几十个人算好几年。他们哪里想到，事实上玻尔并没有进行他们所设想的那种计算(求解复杂的偏微分方程等等)，而是只进行了物理的“推测”。

这就适当说明了三个研究中心的不同风格。当然我们所讲的只是风格上的特点，请读者们不要理解得太片面、太绝对化。例如，索末菲不可能只注意一些零零碎碎的问题，玻恩不可能只考虑单纯的数学问题，玻尔也不可能任何定量计算都不做，否则他们就不可能是真正伟大的物理学家了。

当海森伯刚到格廷根的玻恩那里当助教时,他的老同学泡利觉得他所受的训练很有欠缺之处。因此,泡利有一次在给玻尔写信时就提到,海森伯"一点儿哲学也没有",应该让他到哥本哈根受受熏陶。当海森伯果真到玻尔那里工作了一段时间以后,泡利发现他的气质有所改变,就在给玻尔的信中很高兴地提到,现在海森伯学到了一点儿"哲学"了。

海森伯自己在晚年也曾回忆说:"我在索末菲那里学到了乐观主义,从格廷根的人们那里学到了数学,从玻尔那里学到了物理学。"这句话很好地反映了三个研究中心的特点。我们看到,泡利所说的"哲学",其实就是海森伯所说的那种"玻尔牌号的"物理学,而绝对不是一般人们所误解的那种僵固的、咒语式的、念念有词的庸俗教条。

我们知道,海森伯最重要的物理学贡献是在 1925 年创立了所谓"矩阵力学"。这是"新量子力学"的第一种形式。这种力学是在格廷根提出的,但它的主要"灵感"则来自哥本哈根,因为它是玻尔对应原理的直系后代。当它刚刚出现时,这种很"奇特"的理论曾经引起了许多理论物理学家的困惑,甚至反感,但是玻尔却伸出双手欢迎了它。因此,也许可以说,矩阵力学其实是"玻尔牌号的"物理学。

当玻恩看懂了海森伯的第一篇论文并准备进一步发展这种理论时,他曾想和泡利进行合作。但是泡利表示不愿意参加。泡利说(大意),太多的数学会杀死真正的物理学。玻恩不得已,才改找了帕斯夸耳·约尔丹(Pascual Jordan),终于和海森伯一起写出了著名的"三人论文"。很好,很好,玻恩的数学并没"杀死"海森伯的物理学,而是把它催生成了一棵大树!

“泡利效应”

在整个量子理论的发展史中，在所有曾在玻尔的研究所中较长久地工作过的老朋友中，奥地利出生的犹太物理学家沃耳夫冈·泡利是一位特别引人注目的人物。他才华横溢，头脑敏锐，不拘小节，语言犀利，批评别人的理论时一针见血，不留情面。他虽然很佩服玻尔，但是就连玻尔也常常免不了挨他的“骂”。有幅漫画（图6）就表示的是这种情况。

图6是研究所中另一位“调皮”人物乔治·伽莫夫画的一组很著名的漫画中的一幅。图中的米老鼠代表玻尔，凶猛的公牛代表泡利。米老鼠对公牛说：“泡利，安静，请听我…… 听我……听我说！”

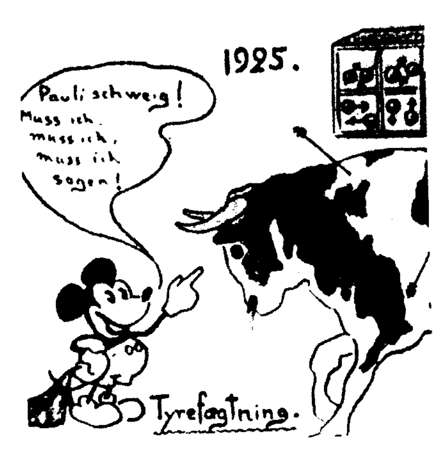


图6　“斗牛图”

由于天分甚高，理解力甚强，泡利对自己和别人的科学工作都要求特别严格。当有人提出一种想法或理论时，泡利往往一下子就能看出它的根本缺点，于是他立即提出严

厉的批评，有时甚至是很苛刻的批评，例如骂别人“笨蛋”。但是他并不阴险，批评的动机完全是为了学术探讨。因此，任何人提出的理论，在得到泡利的首肯以前，作者都会觉得不太放心，而当得到了泡利的赞许时，作者就会感到很光荣。这种情况成了理论物理学界的传统。因此玻尔的好朋友、奥地利犹太物理学家保罗·爱伦菲斯特(Paul Ehrenfest)曾称泡利为“上帝的鞭子”，而玻尔则说泡利是“理论物理学的良心”。



图 7　沃耳夫冈·泡利

当泡利还是一个大学生时，就应一种“全书”之约写了一篇关于爱因斯坦相对论的综述文章。这本来是该书的编者邀请泡利的老师索末菲撰写的。索末菲提出和泡利合作。泡利很快写成了初稿，索末菲看后认为没有什么需要改动的，于是文章就改成了由泡利一人单独署名(索末菲不肯掠人之美，这是外国学者的诚实之处)。这篇著作得到了爱因斯坦的很高评价，他认为文章作者的理解是那样地深透，知识是那样地广博，使人不能相信他是一位 19 岁的青年。这篇著作后来出了单行本，至今被人们看成相对论方面的重要文献。

后来，泡利又应重要百科全书的邀请，先后写了关于“旧量子理论”和“新量子力学”的综述性长篇文章，被人们说成量子物理学中的“圣经”，两篇文章分别称为“旧约”和“新约”。请注意，这是学者们半认真、半取笑的说法，表现了物理学家

的幽默感。如果把它当作了不起的大事来无限引申,用来作为泡利的无上光荣而大肆吹嘘,那就是"拿着肉麻当有趣"的庸俗把戏,是肯定会被有识之士"嗤(chī)之以鼻"了。

泡利出生在奥地利首都维也纳,从小过惯了都市生活,喜欢跳舞,上戏院等等。他生于1900年,比海森伯大一岁。上大学时,他们二人一起做物理实验,往往把时间用在聊天上而懒得按照要求一步一步地操作。有一次,该下课了,他们发现有一个音叉的频率还没有测量。还好,海森伯喜欢弹钢琴,乐感很好,他们敲一下音叉,估计一个频率,就算了。

由于对实验重视不够,海森伯在博士论文答辩时受到了老实验物理学家威廉·维恩(Wilhelm Wien)的严格考问,几乎弄得毕不了业,而泡利也成了所谓"泡利效应"故事的主角。

一个不熟悉实验的人,一进实验室很容易碰坏一件仪器或造成其他小事故。想必泡利也是如此,因此人们就编造了这个"泡利效应"的故事来取乐儿。结果这个半真半假的故事就在物理学家中间广为流传起来。

据说当泡利在德国的汉堡大学工作时,有一天实验室中一件仪器忽然损坏了。大家努力分析损坏的原因,分析了很久不知为什么仪器会损坏。后来有一位先生提出了一种显然是开玩笑的"解释"。他指出,当时泡利刚从外地返回汉堡。他所搭乘的火车一进站,实验室中的仪器就坏了。这就叫做"泡利效应"。

这个故事很有趣,泡利本人也很喜欢它,于是就出现了各种"版本"。据说有一天,泡利走进了玻尔的研究所,那里有一个工人正在安装大吊灯。他一进门,吊灯就忽然掉了下来,但是掉到中间就停住了,并没有摔坏,因为据说"泡利效应"通常并不会造成严重损失。

有一天,人们要去参观一个天文台,问泡利愿不愿去。泡

利笑着说："我去行吗？我听说天文仪器都是很贵的。"后来人们甚至传说（显然是善意的玩笑，谁也不会当真），泡利一进天文台的门，有一部天文望远镜上的盖子就突然飞了开来——泡利的"效应"就是这么强烈！

在研究所的一次讨论会上，有一位物理学家报告了一种理论。报告以后，泡利走上台去对那种理论大肆批驳。他在黑板前走来走去，讲到重要之处，他用粉笔向原报告人猛然一指。那人吃了一惊，向后一闪，于是他坐的椅子倒了下来，把他摔了一跤。这时坐在他后面的伽莫夫马上跳起来喊道："泡利效应！"人们当然哄堂大笑。后来有人说，伽莫夫那傢伙什么事都想得出来，说不定他早已在那把椅子上预先做了手脚（来增强"泡利效应"）。

泡利一生对量子物理学作出了许多重要贡献，他提出的"不相容原理"和"中微子假说"都是非常基本、非常独创的贡献。

微观物理学中有一个"精细结构常数"。这是一个没有量纲的纯数，等于 1/137。它起初出现在光谱理论中，后来也广泛出现在粒子理论中。泡利一直希望找到一种理论，能够自然而然地给出这个常数的值（就仿佛玻尔的氢原子结构理论能够从理论上推出光谱学中的里德伯常量那样）。泡利设想，如果能够找到这样一种理论，现有的粒子理论中的许多难题或许将可迎刃而解。但是这种设想太渺茫了，泡利直到逝世也没能找出什么线索。因此，在泡利逝世以后，人们就又编造了一个有趣的故事。

按照基督教的说法，"善人"死后灵魂将进天堂，那时上帝将满足你的一切愿望。因此，据说泡利（的灵魂）进了天堂以后（他当然是善人），上帝就问他想要什么。他说想知道精细结构常数为什么等于 1/137。这时上帝就给了他几张小纸

片，说“这就是答案”。泡利读了那些小纸片，就操着德语说，“Das ist Falsch(这是错的)！”——泡利真厉害，连上帝都得挨他的批评。

泡利是一位传奇式的人物。关于他的故事还很多，等我想起来再接着讲。如果这些故事不合你的口味，甚至败坏了你的口味，那或许也算得另一种“泡利效应”吧？

格廷根的"玻尔节"

对玻尔来说,1922年是不很平常的一年。那年的6月12日到22日,他应邀在格廷根发表了七篇系统演讲,引起了德国物理学界的强烈兴趣。正当他还在格廷根时,6月19日,他的夫人在哥本哈根北边约60千米处度假时生出了他们的第四个儿子奥格·尼耳斯·玻尔(Aage Niels Bohr),此子后来成了理论核物理学家并和另外两个人合得了1975年度的诺贝尔物理学奖。那年12月,玻尔自己获得了该年度的诺贝尔物理学奖。

玻尔的格廷根讲学,有许多很有趣的并产生了重要历史影响的故事。

且说格廷根有一个私人基金会,按期提供资助,以邀请世界上(其实以欧洲为主)最杰出的数学家或物理学家到格廷根讲学。本来他们是邀请玻尔在1921年前去,玻尔也答应了。但是后来玻尔因为在研究工作和建立研究所的工作中操劳过度,健康受到了影响,医生要他好好休息,因此讲学就推迟到了1922年。

玻尔带着他的科学助手奥斯卡·克莱恩(Oscar Klein)去了德国。当时他正考虑把他用德文发表了的三篇重要论文作为一本论文集重新出版,因此他需要一个既懂物理又精通德文的青年人帮他整理稿件。有人向他推荐了刚在一年以前获

得博士学位的泡利。因此，有一天，他就带着克莱恩去拜访了泡利，邀请泡利到哥本哈根工作一段时间。泡利很高傲地说，到哥本哈根去，那里的物理问题大概难不住他，但是要学习那种怪腔怪调的丹麦话，他却有些不愿意。于是三个人相对大笑，而泡利去丹麦的事也就商量妥当了。后来泡利回忆说，到了丹麦以后，他发现学丹麦话倒不是多么困难，但是某些物理问题，例如光谱线的反常塞曼效应的理解问题，却大大伤了他的脑筋。

这便是玻尔最初结识泡利的情况，后来泡利成了哥本哈根研究所的老朋友，常来常往，而且有人说，关于玻尔的"互补哲学"，泡利是理解得最深透的一个人。这话我却以为还值得考虑。我不知道泡利和比利时学者雷昂·罗森菲耳德(Leon Rosenfeld)到底谁对互补哲学理解得更深透。泡利曾把罗森菲耳德称为"教皇(按指玻尔)的唱诗童子"，当代科学史家马克斯·雅默尔(Max Jammer)称他为"哥本哈根学派的主要发言人"，而我则喜欢称他为互补哲学的"亚圣"。

当时玻尔刚刚改进了他的原子结构理论，引用了"立体原子"、"电子组"和"穿插轨道"之类的概念，对化学上的元素周期表作出了适当的理论解释。许多科学家相信他已经"掌握了原子结构的秘密"，对他十分崇敬。当他到德国讲学时，全德国各大学的许多教授和部分学生都赶到了格廷根来听讲。这种盛况被称为"格廷根的玻尔节"。而玻尔的七篇演讲则被说成了玻尔的"节日演出"。后来，在 1961 年，玻尔最后一次访问苏联，受到了莫斯科大学的学生们的热烈欢迎，也有人把那次访问说成"莫斯科的玻尔节"(那时我只能在俄文刊物上看到玻尔访苏的报道)。

玻尔在格廷根发表的七篇演讲，系统而简明地阐述了他的化学元素周期表理论。在一次演讲以后的问题讨论中，随



图 8　在格廷根的“玻尔节”期间，1922 年。前排坐者：马克斯·玻恩。后排立者(左起)：卡尔·奥席恩(Carl Oseen)，尼耳斯·玻尔，杰姆斯·弗朗克，奥斯卡·克莱恩

索末菲前来听讲的青年大学生海森伯提出了自己的看法。这种看法立即引起了玻尔的注意。讨论结束以后,他就走到海森伯那边去,邀请海森伯一起到市郊去散一次步。他们边走边谈,一直散步了几个小时。这时玻尔已经了解了海森伯的才能,便提出请他到哥本哈根去访问。这对一个德国大学生来说实在是很大的荣幸(人们把去哥本哈根称为"朝圣")。但是当时海森伯还在求学时期,不能立即去丹麦。于是玻尔又和海森伯的导师索末菲联系,商定了海森伯在1924年的访丹计划。这一切,都显示了玻尔是如何地爱才如命。通常这种访问,都是由青年访问者自己去申请资助和联系访问地点,而玻尔却往往反其道而行之。以他那样的身份,他不止一次地邀请一位青年人到他的研究所中访问研究,并主动为那人寻求生活资助。

玻尔在对格廷根的访问中一下子收罗了泡利和海森伯这样两位希世的人才,这是科学史上的一大佳话,而且这一事件给以后的科学发展带来了无法估计的影响。于是就有"好事者流"(像伽莫夫那样的人物)创造了一个故事(我推测这个故事并非事实而是人们的"演义")。那个故事说,当玻尔即将离开格廷根时,玻恩他们组织了一个欢送茶会。当宾主双方正在举杯互祝时,忽然从门外来了一位警官和一位警察。警官拍拍玻尔的肩膀说:"你被捕了,罪名是拐骗儿童。"人们哄堂大笑,因为那警官和警察是由格廷根大学的学生假扮的。

哥本哈根精神

北京有几条“斜街”，如“樱桃斜街”、“李铁拐斜街”等等，为数甚少，其余都是“正街”。哥本哈根却不然，几乎没有一条街是正南正北或正东正西的，都是“斜街”。因此，下面谈到的东西南北，都不准确，只是大致的方向而已。

玻尔的理论物理学研究所，现名尼耳斯·玻尔研究所(NBI)。它坐落在哥本哈根市“东区”的漂布塘路上。这是一条西北—东南走向的街道，研究所的门是向着西南方向的，为了简单就说它是朝“南”吧。

丹麦文中的“东”字是以字母 Ø 起头的，因此“东区”的简写就是“Ø.”。当年荷兰青年亨德里克·卡斯密尔(Hendrik Casimir)到玻尔的研究所中学习时，他父亲不知玻尔到底多么著名，在给卡斯密尔写信时故意在信封上只写“丹麦，尼耳斯·玻尔教授转交”。丹麦邮局的人员看到以后，随手用铅笔在上面写了一个“Ø.”，信就顺利送到了。于是卡斯密尔的父亲相信了玻尔真正有名。

从研究所往“南”，横过两条小街，就看到一个长条形的湖，被四座马路桥分成五部分，中国侨民称之为“五段湖”。其实在地图上，那片湖水被分成三段，有三个不同的名字。据说当年这一带还很荒凉时，有些哥本哈根市民在此漂洗布匹，然后在草地上晾干，所以附近的马路才叫“漂布塘路”。现在研



图 9　刚建成时的理论物理学研究所

究所前面的那一段水域叫做“黑池湖”。

其实当玻尔开始建造他的研究所时，那一带也还很荒凉，有当时的照片为证。现在那里已成了繁华区，马路四通八达了。

玻尔的研究所于 1921 年 3 月 3 日正式落成。那时整个研究所只有一栋小楼（现称 C 楼），总共不到 100 个房间。研究所的成员，拿长期的正式工资的只有两个人，即所长和他的女秘书，其他的人都拿的是临时的资助。但是，就是这样一个“可爱的小研究所”，在两三年内就办成了量子物理学的“麦加圣地”。

玻尔上大学时本来性情直爽，发现了别人学术上的错误就直通通地指出来。大学毕业到了剑桥以后，他发现这种办法有时会得罪人。于是他学会了温和与宛转。从那以后，他

很少尖锐地批评别人。尤其是在公开场合，即使在提出不同意见时他也使用最客气的说法。有一位来访者发表了一次演讲，下来以后显得垂头丧气。人家问他怎么了。他说玻尔说他的演讲“很有趣”，因为在玻尔的研究所中人们认为“很有趣”就是玻尔所能提出的最厉害的批评。研究所中常常开一些讨论会，讨论工作中遇到的科学问题。有时候，问题很快就解决了，那就散会，大家回去做自己的工作。如果问题得不到解决而时间已经拖得太长，非散会不可了，玻尔就会作个总结，说今天开了一个“很有趣”的会，等等。因此，直到今天，在我和丹麦朋友通信中，每当说到什么东西“很有趣”，我们往往会附带声明这不是“玻尔意义下的”有趣。

玻尔向来以平等待人，从来不摆架子。当他年事已高时，已经真正地“名满全球”。在一次集会以后，有个记者过来对他说，如果他“不反对”，那记者想给玻尔和某先生拍一个合影。玻尔回答说，只要某先生“不反对”就可以。

尤其是在和那些到他的研究所中来工作的各国青年相处时，玻尔从来不以“导师”的身份来对待他们。他把他们看成自己的朋友或子女，和他们对等地讨论问题。他永远是和颜悦色地对待他们，即使青年人有些失礼的言语或行动，他不但不怪罪，而且还认为那是他们可爱的性格。

他很有幽默感。当时研究所中颇有几位青年人，一方面很有天才，一方面不拘礼节，很爱“捣乱”。玻尔和他们一起工作，也一起打闹。因此他的研究所不仅是大家集中精力工作的地方，也是大家一起行乐的地方，空气从来活泼欢快，不很严肃。在讨论特别艰深的物理学问题的过程中，人们常常开一些无伤大雅的玩笑。在一次讨论会后，有人说觉得头昏脑胀。玻尔就说，讨论量子力学的问题而不觉得头昏脑胀，那你就是还未入量子力学之门呢。有一位来访者对玻尔说，在您

的研究所中，似乎人们对什么事情都不认真(严肃)。玻尔回答说，是的，我们对您这句话也不会认真。有人问玻尔，为什么他们那么爱开玩笑。玻尔说，有些问题太严肃了，以至你必须开开它的玩笑。

青年人到研究所中来，当然要选定研究的课题。玻尔允许他们有完全的选题自由，绝不勉强他们去做什么事情。不过，一般来的都是些博士后工作者，他们已经在量子物理学方面做过一些理论工作或实验工作，因此在选题时也不会超出量子物理学的范围。

玻尔特别注意延揽各国的人才，从一开始他就没有只把眼光注视到国内。事实上，当研究所刚刚落成时，工作人员就包括了来自荷兰、匈牙利和德国的科学家，不久就又来了瑞典、挪威等地的人们。由于丹麦是一个小国，这种情形就尤其显得突出。因此，在科学史上，甚至有人称玻尔为"科学国际化之父"。

另一方面，玻尔在具体工作方面却是比什么人都更加认真的。他写文章，从来不是"一挥而就"，永远是改了又改，往往改写十几遍。排出校样以后，他还要在校样上大加改动，往往把校样改得面目全非，非重排不可。因此研究所中的人们开他的玩笑说，谁也别打算和玻尔下棋，因为他每走一步都要"悔棋"，结果棋就下不下去了。

当开始建造研究所的楼房时，玻尔检查了设计图纸的每一个细节，提出了许多的改动建议。设计师不同意，他就和设计师辩论。最后设计师也承认了他的想法是有道理的。研究所经过了多次的扩建，玻尔在这方面费了大量的心血，甚至有时健康受到影响。

玻尔领导他的研究所达 40 年之久。他创立了一种很有特色的领导和开展科学工作的方法。在他的研究所中，弥漫

着一种平等的、自由的、团结的、积极的、活泼的和国际化的气息。这就是人们常常心向往之地提到的哥本哈根精神。在几十年的时间内，全世界的物理学家们，几乎没有什么人不曾直接地或间接地受到过这种精神的感召。

从研究所刚刚建成时开始，研究所的秘书贝蒂·舒耳兹(Betty Schultz)女士就准备了一本签名簿，让到那里工作一段较长时间的人们在上面签名(并登记国籍和到达日期)。检视这本签名簿是很有兴趣的。那上面有那么多大名鼎鼎的人物(也有像我这样的无名之辈)。有人统计过，这些人中有幸见过玻尔(即在 1962 年以前到丹麦)的约有五六百人。

这些人中，除了一两个人以外，大家都对玻尔和他的研究所保留了亲切和倾慕的回忆。人们说，到哥本哈根来，本来以为要见到一位科学大师，但是使人印象最深刻的，却是一位亲切和善的活人(human being)。

"玻恩幼儿园"

德国和丹麦(以及另外一些国家?)的学制是,每一个重要城市中有一所大学,这就是该地的最高学府。其余的高等学校都不叫"大学"而叫"高校",例如"技术高校"、"牙科高校"之类。大学通常并无集中的校园,只在市中心一带有几栋楼房,这就是"校本部",是校长办公的地方。大学下面分成若干"学院",相当于英、美大学的系。每一个"学院"通常只有一位教授,他就是当然的主任("大腕",boss),其余的人都是"讲师"。他们的"讲师"(lektor)相当于英、美大学的副教授,而且可以招收博士研究生。这些学院往往分布在郊区各个地方,而并不一定在校本部附近。玻尔当年成立的就应该是这样一个学院,但是他太注重科学研究,招收了许多外国的博士后人员,结果把学院办成了一个国际性的研究所。后来为了照顾科学教学,哥本哈根大学另外单独成立了一个"奥斯特学院",下面分设数学、物理和化学三个系。1989 年秋天,在那个学院的庭院中建造了一座玻尔纪念碑。这本来应该建在玻尔研究所中,但因那里没有地方,只好建在奥斯特学院中了。

格廷根大学有两个物理学院,即第一和第二物理学院。第一物理学院的教授叫罗伯特·泡耳(Robert Pohl),主要研究经典物理学,并负责给学物理的学生上"大学物理"课。当 20 世纪 20 年代刚开始时,第二物理学院的教授出缺,学校当局

想请玻恩担任教授。但是玻恩不愿上大课，这不成问题，因为大课已有泡耳担任。他还不愿管理实验室，因此他提出请他的老朋友弗朗克来一起当教授。这是违反惯例的，但是经过和教育部商量，竟然办成了。这样，当时格廷根大学的学物理的学生就分成了“泡耳的人”、“玻恩的人”和“弗朗克的人”。

后来得了诺贝尔物理学奖的梅耶(Maria Goeppert-Mayer)夫人曾经回忆说，有一天她走进一个房间，三位教授都在那儿；泡耳向她点了点头，玻恩说了声“你好”，而弗朗克则伸出手来和她握了手。这说明了弗朗克平易近人的性格，也说明了她和三位教授的不同关系，因为她属于“玻恩的人”，玻恩用不着和她客气。

当年那些“玻恩的人”，当然是一些喜欢“数学物理学”的青年人。这些人大多很有才气，也很有个性，因此人们把他们那个集体叫做“玻恩幼儿园”。当玻尔把其中的海森伯弄走时，他就犯了“诱拐儿童”的“罪”。

据说当时有一位教授抱怨说，“玻恩幼儿园”的那些孩子们真特别，我看见一个孩子躺在地上，以为他摔倒了，就走过去扶他，结果他让我走开，不要打搅他思考问题。

这个故事在中国有一种以讹传讹的版本。我曾亲耳听到一位到过格廷根的老先生在一次报告会上说，格廷根的人们都耽于思考，小孩子倒了不肯起来，别人去扶他他却说正在思考问题。这显然是老先生误解了故事的原意。格廷根人再了不起，也不可能连真正幼儿园里的孩子都是“思想家”。奇怪的是，那位老先生当年也上过“玻恩幼儿园”，而他竟对和自己有关的掌故产生如此荒唐的误解，也真难为他了！

玻恩和弗朗克

玻恩和弗朗克在上大学一年级时便结成了好朋友。当格廷根要聘玻恩当教授时，他提出的条件是要从柏林把弗朗克请来和他一起当教授，后来这件违反惯例的事居然办到了。

玻恩是一位理论物理学家，他起初研究的是晶体内部的运动过程，做了具有开创意义的工作。后来他发展了海森伯的矩阵力学，成了量子力学中的重要人物。此外他还写了一本光学方面的很重要的书。

弗朗克主要是做实验工作的。起先是通过电子和原子的碰撞研究而特别直接地为玻尔的定态概念提供了实验证据。后来他发展了多方面的兴趣，包括叶绿素分子结构的研究。但是弗朗克也很有理论头脑，不是那种钻牛角尖的实验家。

他们两个人都得过诺贝尔物理学奖。玻恩的得奖(1954年)是由于他在量子力学中做了许多基础性的工作，特别是由于他提出了“波函数的统计诠释”。在领奖演说中，他特别提到了弗朗克的实验室对他的启发。

在格廷根，两位老朋友合作得很好，经常在一起讨论问题。通常是由玻恩提出理论想法，讨论成熟后由弗朗克用实验去进行验证。但是有一件事情常使玻恩感到多少有点不耐烦。他曾经回忆说，有时他们讨论了一个问题，觉得已经明确了，可以开始做实验了，但是过了几天还听不见动静。当玻恩

问弗朗克实验怎么样了时发现他还没有动手。问他为什么还不开始,他说已经写信到丹麦去问玻尔的意见了,等玻尔来了信才好考虑是否动手。玻恩觉得这会耽误许多时间,而且有时会误事。但是弗朗克是那样地信任玻尔,因此玻恩只好耐心地等待。

这个故事说明了弗朗克自己承认的对玻尔的“英雄崇拜”。

“马蹄铁”及其他

丹麦人，据说还有欧洲另一些国家的人，喜欢在门口的上方钉一个U字形的金属物体，作为装饰。据说这种“马蹄铁”可以给人带来好运。因此，在一些“跳蚤市场”（即旧货市场）上和别的地方，常常可以见到这种东西在出售，其质地有铜有铁，并非都是铁。“我的朋友”、玻尔文献馆第一任馆长伊瑞克·吕丁格尔（Erik Rüdinger）带我游览“Viking 博物馆”（Viking，“维京”，译作“北欧海盗”，欠妥），买了一个铜质的这种东西送给我，我钉在书房门上，到现在也已十年了。附带提到，铜质的U形物，当然不能再叫蹄“铁”；应叫什么，我不知道。金庸小说《天龙八部》中描写契丹大英雄萧峰带领“燕云十八骑（jì）”来到中原，十八匹马的“蹄铁”都是用黄金制成的——用“金”制“铁”显然矛盾。此物的英文名称叫做horseshoe（马鞋），自然可以有铁马鞋、铜马鞋、金马鞋，不会发生金庸那样的矛盾。

闲话休提。且说有人拜访玻尔，发现他的门上钉着一个蹄铁，就问他是否也相信这种迷信的玩意。玻尔回答说，“我听说这玩意对不相信它的人也能起作用。”这是一种幽默的、大有诡辩意味的回答。一方面，他显然自居为“不相信它的人”；另一方面，他又“相信”它能起作用。因此是很好玩的，使你听了能发出会心的微笑。

不过也有人说，这故事根本不是事实，而是伽莫夫故意编造的。那也无伤大雅，无论如何这是一个好故事。

1922 年以后，玻尔在哥本哈根东北约 60 千米处的一个叫做“梯斯维里”的地方买了一处房产，以做消夏之用。那里有一座小木屋，门上果然钉着一个蹄铁(玻尔文献馆中藏有一张玻尔和别人锯木头的照片，背景上有那个小木屋)。不过，一般人家门上的蹄铁都是口朝上的(倾斜向上，如 U，谓可容纳“好运”)，而那个小屋门上的蹄铁却是口朝下的。有人说，这就是“不相信”的表示。

*　　*　　*

海森伯在第二次世界大战期间留在了德国；虽然人们曾经多次邀请他去美国，他都一概谢绝。大战后期，他参加了纳粹德国的原子武器的研制，成了这一方面的科技负责人。在丹麦被德军占领期间，他不止一次地到丹麦活动，而且和玻尔发生了严重的意见分歧。在这方面，他的表现是令人遗憾的。

尤其令人遗憾的是他在战争以后坚决不肯承认自己的政治失足，说了许多假话和强词夺理的话来为自己辩解，甚至毫无道理地指责别人，抓住别人的小是小非来掩饰自己的大是大非。这实在太失伟大科学家的品格和身份。他的这些言行，有许多是由他的学生卡尔·外才克尔(C. F. von Weizsäcker)促成的。因此，哥本哈根的一些正直人士对本来也是研究所的友人的卡尔·外才克尔很不满意。

卡尔·外才克尔的父亲叫厄恩斯特·外才克尔(Ernst von Weizsäcker)，在希特勒当政的早期曾任高级官员，约相当于英、美等国的外交部长。第二次世界大战以后，盟军当局在德国清查纳粹分子，当然会注意到厄恩斯特·外才克尔。于是他写了一本书为自己辩护，宣称他从一开始就和希特勒有分歧，

甚至曾参加谋刺希特勒的活动，等等。

1988年下半年，我初到哥本哈根。有一天，玻尔在世时任期最长的科学助手斯忒藩·罗森塔耳博士(Dr. Stefan Rozental)约我到研究所的茶室去喝咖啡，在那里遇到了一位挪威物理学家，在聊天中偶然提到了厄恩斯特·外才克尔。于是斯忒藩对厄恩斯特·外才克尔的那本书发表了很幽默的评论(大意)：他要为自己辩护就得说谎，要说谎就要说得能够使人相信，但是他说的话却无法使人相信；他自称曾经带了手枪去找希特勒，那也许是事实，然而我不相信！我听了后不觉暗自好笑，觉得和玻尔关于"马蹄铁"的言论颇有异曲同工之妙。因为，"那也许是事实"，就是说有"是事实"的可能；那么，如果"是事实"，怎么还能"不相信"？那就等于说不可能是事实，而"也许是事实"这句话就大有讽刺意味了。

* * *

1992年春，我在哥本哈根，仍租住上次的房间(大门口内的上方即钉有"蹄铁")，因友人的介绍，认识了同楼住户、版画家瓦斯康斯拉斯。他本以为我是日本人，后才知不是。他原籍巴西，夫人为钢琴家，一同以"难民"身份定居丹麦。经我介绍，他也认识了我的好友伊瑞克·吕丁格尔。有一天，他请我们到他家吃晚饭。席间有一种很特别的酒，据说是南美洲人惯喝的。伊瑞克曾到南美工作过，他感叹道，"我有20年没喝过这种酒了。"于是我说："我有80年没喝过这种酒了。"于是伊瑞克说："你今年多大岁数？"我说："70岁。"伊瑞克说："那么80年前你还没有出生。"我说："是啊，所以那时我也没喝过这种酒。"大家说："你真会诡辩！"

“阿耳索斯部队”和“骆驼书”

第二次世界大战的欧洲部分即将结束时，美国组织了一个特种小分队，专门随军前进收缴纳粹德国的军事科学资料，特别是原子武器的研制资料，并搜捕有关的主要科研人员。这个部队除了军方的主持者以外还必须有科学主持人，他们选择了原系荷兰出生的犹太物理学家萨缪耳·高德斯密(Samuel Goudsmit)。

高德斯密在美国没有参加原子弹的研制工作，因此如果“落在苏联人手中”他也不会泄漏英、美的原子机密。他精通德文，所以到德国战场上去工作很方便，捉住德国战俘也可以立即审讯。他的父母和许多亲友都惨死在纳粹的集中营中，他恨透了纳粹，绝不会和他们“合作”。因此美国人就选定他当了这一部队的科学领导人。

当时主管英、美原子弹研制工作的军方人员是莱斯利·格罗夫斯(Leslie Groves)将军，这个部队当然也归他管辖。在英文中，“格罗夫斯”的一个意义是矮树林，因此人们采用了希腊文中也有矮树林意义的“阿耳索斯”(Alsos)一词来作为这个部队的代号。据说格罗夫斯当时不太同意，认为敌人一下子就能猜出这是怎么回事。

阿耳索斯部队常常随同最先头的进攻部队前进，有时甚至突到进攻部队的前面去。他们缴获了许多重要的敌方文件



图 10 “农庄馆”。10 名德国科学家之一的艾瑞什·巴格(Erich Bagge)画的速写。见英文本《农庄馆记录》

和战略物资，逮捕了许多替德国军方工作的重要科技人员，把其中最重要的 10 名原子科学家送到英国剑桥附近的一个叫做“农庄馆”(Farm Hall)的地方拘留了一年，其中当然包括海森伯和卡尔·外才克尔。这 10 个人中也包括很正直的人物例如马克斯·封·劳厄(Max von Laue)。他一向是反对法西斯的，并没有认真为希特勒卖命。人们拘捕他是为了保护他，因为怕他被不明真相的军人轻率地杀掉或被前苏联军队抓走。

德国科学家们在“农庄馆”中生活舒适，有图书馆可以读书，可以收听广播，等等。因此海森伯曾把那个地方叫做“金笼”。英国情报部门在“农庄馆”安装了窃听系统，窃听和记录德国人的谈话。窃听记录一直对公众保密，有的美国科学史

家要求了解其内容都遭到了拒绝。直到1993年,这些记录和有关资料才编印成书向全世界公开。英国人对10名科学家都有些“鉴定”。对海森伯的鉴定是“自始至终都是友好的和能帮忙的”。对卡尔·外才克尔的鉴定是“外表上是友好的和真心合作的……作为一位外交人员的儿子,他本人也有点像一位外交家。很难说他是否真正准备和英国人及美国人合作”。

大战结束以后,高德斯密在1947年出版了一本题为《阿耳索斯》的书,叙述了他在这一部队中的经历。当时战争浩劫刚刚过去,人们对纳粹的滔天罪行记忆犹新,痛心疾首,任何正常人也不会说出“帮助希特勒制造原子弹并没什么了不起”之类的丧心病狂的混账话来。至于高德斯密,他的那么多亲人死在纳粹手中,如果他不感到切肤之痛,他岂不成了全无心肝的泥人土偶了吗?因此,在写这本书时,他的心情是不可能平静的。他笔端流露着激情,记载了一些使人感叹的场面。根据他的耳闻目睹,他得到了一种深信不疑的印象,那就是,德国人很傲慢,一直认为自己的科学远远领先于所有的国家,而其实他们已经落在别人的后面。这种印象却不完全是感情用事而是有一定的事实根据的。但是在这种印象的影响下,高德斯密在个别问题上也讲了一些不合事实的过分的话。例如他说德国科学家一直不知道放射性元素钚(制造一种原子弹的材料)的存在。这就被海森伯等人抓住了把柄,认为高德斯密“侮辱”了他们,并且抓住这种小节不放,纠缠不清,用以抵赖他们为希特勒卖命的根本性问题。他们(尤其是卡尔·外才克尔)的这种做法迷惑了许多人,甚至连荷兰出生的犹太人而且近来常以“物理学史家”自居的派斯,也认为高德斯密是“不必要地严厉的”。

高德斯密和海森伯本来曾有一定的来往,但是后来他对海森伯在战争期间的表现一直很不满。这也是并不奇怪的,

至少是因为当高德斯密率领阿耳索斯部队去收缴纳粹的原子科学资料和物资时，海森伯曾严令手下把一切资料和物资隐藏起来（后被查获），而且海森伯的一切言论都表现了对希特勒一伙的同情和维护。

高德斯密在他的书中对德国人搞学问的那种贪多求全、烦琐死板的倾向进行了尖锐的批评和讽刺。他讲了一个很风趣的“骆驼书”的故事。

说的是有四位国籍不同的学者在动物园中会面了。他们对骆驼发生了浓厚的兴趣，因此就约定每人写一本关于骆驼的书。后来书写好了。英国人写的是“殖民地上的骆驼狩猎”，法国人写的是“骆驼与爱情”，美国人写的是“更大更好的骆驼”，德国人写的是“骆驼大全”，分上下两卷，上卷是“中世纪时期的骆驼”，下卷是“现代德意志文化中的骆驼”。高德斯密说，他看到过一本不是讲骆驼而是讲狗的书。“当然不是讲一切的狗，而是只讲德国的狗，而且是专讲德国的牧羊犬。”这本书也像别的书一样是从“开天辟地”讲起的，而且在开讲时引了一本古波斯的书，就好像每一个养狗的人都有一本那样的古籍似的。这本讲狗的书几乎有 800 页，前面的 200 页左右只讲了牧羊犬的“起源”，而且有一节“狗和犹太人”，如此等等。高德斯密说，这种市侩式的烦琐作风在希特勒体制中得到了大大的“发扬”。

我们附带提到，高德斯密博学多才。他和他的朋友乔治·乌冷白克（George Uhlenbeck）在新量子力学还未出现时就共同提出了“电子自旋”的概念。据说有一次在哥本哈根，丹麦朋友带他去参观一个博物馆。那里陈列着一些古埃及时代的文物，旁边有丹麦文的说明。当丹麦朋友开始替他翻译那些说明时，他说用不着费事，因为他竟然认识那些古文物上的楔形文字！

外才克尔和玻尔

Weizsäcker 这个姓被人们译作“魏泽克尔”。这也许是译者完全没学过德文而自作“聪明”的结果。稍微上几个小时的德文入门课，就会知道德文中复合母音 ei 应读作“埃”，因此“魏玛”政府也是“外玛”政府的误译；这一类的明显错误太多了，真令人遗憾之至！

如今且说卡尔·外才克尔是一个“绝顶聪明”的人。他本来对玻尔也很钦佩，但是后来却“聪明”得有点过头了。

关于外才克尔和玻尔的接触，有几个很有启发性的故事。

1933 年（即希特勒在德国掌权以后不久），外才克尔在玻尔的研究所中参加了一个学术会议。会后玻尔让他就会上讨论的几个问题写一篇综述文章。当时玻尔工作十分忙碌，除日常工作以外，还紧张地从事于援助从纳粹统治下逃出的知识分子的工作。外才克尔写完了文稿，当然交给玻尔去审阅。两星期后，玻尔把他请去讨论那篇文稿。刚见面时，玻尔显得非常疲倦。他说：“很，很，很好……这是一篇很好的文章……是的，现在一切都清楚了……我希望你很快就发表它。”外才克尔心里想道：“可怜的先生！他大概根本就没来得及看。”但是玻尔却接着说：“不过我愿意先知道第 17 页上那个公式到底是什么意思。”于是外才克尔就解释了一番。然后玻尔又说：“是的，这一点我懂。但是如果那样的话，第 14 页上的那

条小注就应该是表示……”外才克尔说：“不错，我正是那个意思。”但是玻尔又说：“但是如果那样的话，那就……”辩论就这样展开了，越讨论越深入。一个钟头过去了，玻尔打起精神来了，而外才克尔却开始回答不上来，有点捉襟见肘了。两个钟头过去了，玻尔更加精神焕发，而外才克尔却开始把后背靠在墙上，有点招架不住了。三个钟头过去了，外才克尔被问得张口结舌，而玻尔终于得出了自己的结论。他满怀胜利的喜悦而又完全诚恳地说：“现在我明白了，我明白问题的要点了。问题就在于，全部的情况恰恰和你所说的相反。”要知道，外才克尔能言善辩，思想敏锐，对哲学问题也很熟悉，被雅默尔等人称为“量子神学家”，他可不是个很容易被驳倒的人。他发现，玻尔不是没有来得及看文稿，而是仔细捉摸了每一个字和每一个标点，而且对问题理解得比他（外才克尔）深入得多。这种经历想必给他留下了很深的印象。多年以后，他还记得这件事。他说：“当一个人从他的老师那里得到了几次这样的经验时，他就会学到一些用任何其他的方法都无法学到的东西了。”

外才克尔喜欢哲学。他分析了玻尔的“互补性”概念，提出了“平行互补性”和“循环互补性”的说法，但是玻尔和他的亲密助手罗森菲耳德并不同意。

当玻尔的70寿辰即将到来时（1955年），外才克尔打算写一篇关于互补性的文章，以示祝贺。他自称重读了玻尔所有关于互补性的原著，觉得这一回真正弄懂了，以前自己其实是误解了玻尔 。但是当他把自己新的理解写信告诉玻尔时，玻尔却给了他一个“明确否定的”答复！

外才克尔是一个十分“机巧”的人，他曾在一次学术会议上谈到玻尔的互补性思想（当时玻尔并不在场）。他提出了一种“佯谬”：“经典物理学已被量子理论所代替；量子理论是用

实验来验证的;实验必须按经典物理学来描述。”这里有三个子句,每一个子句都是玻尔可以承认的,然而把这三个子句这样简单地编成一整句话却是玻尔所不能同意的,因为三者的关系相当微妙,这里边需要许多的解释。因此,如果外才克尔是按照“哥本哈根精神”来和玻尔开玩笑,或是在和同伴们进行茶余饭后的闲谈,这样的说法自不失为一种“妙语”,但是这不能当作正式的学术论断,除非是有什么别的用心。

第二次世界大战开始时,丹麦和德国本来订有互不侵犯条约,丹麦严守中立。但是德国法西斯当然不守信用,他们在1940年4月9日突然派兵占领了丹麦,从此丹麦进入了被占领时期。1941年,海森伯到哥本哈根出差。他设法和玻尔进行了密谈,但是二人观点太不一致,密谈不欢而散,而他们之间的友谊也从此中断,直至玻尔逝世也未能恢复。

在这种分歧中,外才克尔完全站在了(他的导师和同事)海森伯一边,替海森伯进行各种掩饰和辩护。他也替海森伯出了许多很不诚实的主意,成了海森伯的“智囊”。他当然很聪明,然而事实是不能用诡辩来改变的。因此,在他的“导演”下,海森伯表现了一些无法得到别人谅解的言行,在相当的程度上损坏了他的伟大学者的形象。

当他们被拘留在“农庄馆”那个“金笼子”里时,德国科学家们听到了日本遭受原子弹轰炸的消息。起初他们不相信盟方科学家真能制成原子弹。后来证实那确实是原子弹,他们又检讨了为什么他们自己没能制成原子弹。他们众说纷纭,莫衷一是。后来据知情人报道,有一个“较年轻的科学家”发明(即捏造)了一种理由:德国科学家们具有很高的人道主义,不肯制造大规模杀人的武器,所以进行了消极怠工。这种“创见”得到了相当多的德国人的赏识,一时流传颇广,“弘扬”了德国人的“爱国主义”和狂傲之气。当我听到上述报道时,

不知怎么，我一下子就觉得那位“较年轻的科学家”十有八九就是外才克尔。但是，既然没有充分证据，我只在评论海森伯的文章中不指名地流露了自己的推测。结果遭到一位以海森伯弟子自诩(xǔ)的老先生的窃窃议论，说我“影射”了“他的朋友”外才克尔(就是说，他以当外才克尔的朋友为荣，但我绝不相信外才克尔会有同感)。事有凑巧，没过两年，高德斯密的《阿耳索斯》一书出了新版。书中增加了英国情报官员写的一篇引论，当提及此事时毫不隐讳地指出了外才克尔的大名。这证明我的“影射”没有错。

在我第二次访丹期间(1991～1992年)，有一位“大英广播公司”(BBC)的项目主持人来到哥本哈根。他说要摄制一部关于海森伯的电视片，到丹麦来收集素材。他到我的办公室来见我。谈话之间，我说我很不喜欢外才克尔的那些议论。他说他亲自访问了外才克尔。我问他印象如何。他说，“他净‘绕脖子’(to go roundabout)。”这实在是一语中的，最简单、最准确地说出了外才克尔给人们留下的印象。

海森伯去世以后，他的夫人出版了一本书，也被某些外行人士和别有用心之徒奉为圭臬(guī niè)。但这本书的内容几乎完全是外才克尔的观点，也就是说，那实在是很荒谬的。因此我在一篇文章中提到，这本书不可能是海森伯夫人独立写成的，而是背后有人替她出“主意”。这就又“影射”了我国那位先生的高朋贵友。但是，我在1994年又去了一趟丹麦。那时有一位德国的科学史家从慕尼黑来到了哥本哈根，我们在我的办公室中见过几次面。当我谈到我不喜欢海森伯夫人那本书时，他说(大意)：“那本书当然经过外才克尔的审读，正如丹麦人写了关于玻尔的书也会拿到这里(按指玻尔文献馆)来征求意见一样。”我说，“然而玻尔却没有海森伯那些政治问题。”对此他也只能说“当然，当然”。那位先生的名字中带着

“封”字,表明他出身于贵族家庭。但他并不为海森伯和外才克尔掩饰。这一事实证明我的这一次“影射”又“不幸”而言中了。

也许可以说,这几个小故事表明我对外才克尔的思想倾向相当了解,也许比他那位自作多情的朋友还要“知己”吧?

《谐谑物理学期刊》

我有一套油印刊物，共三册，在中国说不定是“海内孤本”。这种期刊是为了庆祝玻尔的50、60、70岁“整寿”而出版的，每10年出一期，具体日期是1935、1945、1955年的10月7日，出了三期就停刊了(玻尔没活到80岁)。期刊的内容是理论物理学研究所中的科学家们撰写的幽默诗文，大多数当然和玻尔有关，但也有些文章和玻尔并无直接关系。期刊名称中的Jocular一词，意为“玩笑的，滑稽的”，故译为《谐谑物理学期刊》(Journal of Jocular Physics)。可以设想，所有这些特点，在全部人类科学史上都是独一无二的。

这三本期刊的内容实在非常有趣。这是最富“哥本哈根精神”的一些物理学家开的很精致的玩笑，在他们看来到处都能别有会心，但在不懂物理学的人们看来则有时会有隔靴搔痒之感。期刊内容有诗、有文、有画，都属于“游戏”之作。所用文字也有丹麦、德、英、日各种。可惜我只能顺利地阅读英文，而德文已强半遗忘，其他文字更是基本上不认得，所以不能充分领略其趣味。下面只能作些大致的介绍。

第一期的封面上除了刊名和出版日期、出版单位(理论物理学研究所)以外，还有一个小的插图，画的是玻尔蹲在一个小丘(小岛)上，一手扶头正在沉思，头的上方有四颗星，另外还有一个“北斗”(大熊星座)。我所藏的一本是原刊的复印

本。翻开封面，有一篇英文序言，说明了编辑此刊的缘起及主旨，并声称“谐谑物理学”是物理学的一个比较古老的分支。

序文次页是一页诗，为日本人有山兼孝所作。考其诗题，当是“敬祝尼耳斯·玻尔 50 寿辰”。诗竖排，共六节(或六首)。我不懂日文，不能知其意义。此页右下角有小插图，为富士山的速写。再后面是这篇献诗的德文译文。

本册期刊的最后一页是目录。除以上内容外，目录所列共文章 9 篇和诗 1 篇。文章计丹麦文 2 篇，德文 6 篇，英文 1 篇，诗为法文。目录后面有一段声明，说是伽莫夫、克莱恩和罗森菲耳德还各有一篇有趣的投稿，但那些稿子带有政治性而不是纯“谐谑的”，故忍痛割爱，不予刊载。这是怎么回事呢？那是“时代”使然。出版此刊的 1935 年，是在希特勒掌握了德国政权的两年之后，而当时的苏联也在进行臭名昭著的“大清洗”。伽莫夫(本人就是俄国人)他们看不下去，就写了三篇讽刺性的文章。期刊编者怕引起“误解”，故没有正式发表这几篇稿件，而是把它们保存了下来。当玻尔文献馆的朋友送给我这三本期刊时，也送了三篇“未刊稿”的复印本(和刊物正文同样是打字本)。伽莫夫和克莱恩的稿子是英文本，而罗森菲耳德的稿子是德文本；后者在文章的末尾还故意写了“Heil Hitler”(希特勒万岁)，这当然绝不是真正赞美那个大坏蛋！

由于语文的障碍，我无法充分欣赏这本期刊的诗文妙味，但我仍然可以从中分辨出一些东西。第一，有两篇文章(其中德、英文各一篇)讨论了“朗道的美貌系数”。列夫·朗道(Lev Landau)是前苏联物理学家中在西方各国最负盛名的人物，他也最爱开玩笑。朗道有一套“理论”，讨论女子的美貌程度，引用了“美貌系数”，这当然是“谐谑的”，而且叙述方式是“拟物理学的”。第二，荷兰物理学家亨德里克·卡斯密尔写的一篇

《关于玻尔的某些著名理论及其实验证实》(德文),后附一诗,页侧有小插图。这篇文章有英译本,而且我曾把它译成中文,发表在我所编的"译丛"上。文中讲的是弟子们邀请玻尔去看电影,他们谈到了枪战影片中为什么总是"好人"得胜,于是玻尔提出了一种"理论"。他认为,好人拔枪和开枪时理直气壮,他的动作是反射性的,用不着犹豫。坏人无论多么丧心病狂,他心中总还有一点良心的残余。他拔枪打好人时无形中有一点踌躇。因此好人拔枪总比坏人快,因此他就把坏人打死了。弟子们不相信,要求做"实验"。他们到玩具店里去买了几支打"砸炮儿"的假枪,玻尔当"好人",弟子们当"坏人",结果玻尔把弟子们一个一个全都"结果"了。卡斯密尔为此作了一首诗,其最后一句的大意是"因此谁也不应该怀疑玻尔的智慧"。所有这一切,当然都是他们的一种"游戏",不能完全当真。后来甚至有一位特别聪明的弟子(记得似乎是狄喇克)得出了"玻尔理论"的一条"推论"。就是说:当两个坏蛋发生了冲突时,他们只能面对面地互相争吵,谁也不敢拔枪,因为他一想拔枪,对方就会比他更快地拔出枪来把他打死。这种"推论"当然就比原来的理论更加"有趣"了。第三,本册还收有皮特·海因(Piet Hein)的一篇文章(丹麦文),题目大致是《互补术语阐述下的生活和教育》。我不懂丹麦文(只认得几个单词),不知道他说的是什么。然而皮特·海因这个人却是非常值得谈谈的。他本来也是学物理的,很会画漫画,多用单线勾勒,寥寥几笔画一个花生米大小的人像,你一看就知道那是"泡利"。他画一个小天使,拿着一个竖琴,至今还被人们做成"胸花"佩戴(不久以前我曾收到友人寄赠的一枚)。他写了许多短诗,叫做 Grooks(不知何意),类似我国佛家的"偈(jì)子",在丹麦印成了大大小小的许多诗集,广泛流传。为此,甚至有人认为应该授予他以诺贝尔文学奖。他性情幽默、乐观,有许多逸

事，丹麦人常常引用，甚至在他们的“导游指南”上都常常提到他的大名。

图 11 为《谐谑物理学期刊》第二期的封面。在这一封面上，除了刊名、出版日期(1945 年 10 月 7 日)和出版单位以外，还印了玻尔的一句很著名的口头禅。玻尔性情和善，每当在学术讨论中提出和别人不同的见解时，他往往首先声明：“这不是为了批评，而只是为了学习。”此处印的就是这句话(德文)。我所藏的这本期刊，也是丹麦朋友为我印的复印本。不知何故，本期没有目录页，而且体裁也比较多样化，所以我甚至无法说出全册共有几篇文章。我只能辨别，全册中只有两篇英文作品，其余都是用的丹麦文。英文文章中的第一篇是罗森菲耳德的《我的启蒙》，介绍了他在 1929 年初次见到玻尔时的情况。这也是本册中的第一篇文章，我也曾把它译成汉文。

JOURNAL
OF
JOCULAR PHYSICS

Volume II
October 7, 1945

Nicht um zu kritisieren
—nur um zu lernen .....
N.Bohr

INSTITUTE OF THEORETICAL PHYSICS / COPENHAGEN

图 11 《谐谑物理学期刊》第二期的封面

罗森菲耳德的文章是写得很有风趣的，他描述了玻尔的一些趣事，例如玻尔写文章时反复修改的情况。特别是，他记载了 1929 年哥本哈根会议的最后一天发生的一件事。在“最杰出的来宾”中有一位先生，提出了关于被观察体系和观察者

之间的"分割"的一些观点。在罗森菲耳德看来,那些观点是毫无是处的。但是玻尔却只进行了软弱的反驳,在他的相当混乱的发言中多次提到"很有趣",而且他最后转向那位先生说:"我们比您所想的更加一致得多。"这就把还不熟悉"哥本哈根精神"的罗森菲耳德弄糊涂了,他看不出那位先生的观点和玻尔的互补哲学有任何一致的地方。因此散会之后他就去问玻尔对那位先生的观点有何印象,玻尔很坦率地说:"他那是纯粹的胡扯。"于是罗森菲耳德才知道,玻尔在公开场合所说的"比您所想的更加一致得多",原来实际上指的是"纯粹胡扯"!在那一次谈话中,玻尔对他讲了许多话,这就是罗森菲耳德所说的"启蒙"。这里的 Initiation 一词,有第一次皈(guī)依宗教时所听到的大师训诫之意,我勉强把它译作"启蒙"。

在此我想对青年读者们谈谈和外国人的交往问题。有一次,我为一事向所在单位的领导请示,得到的指教是在不丧失"人格与国格"的条件下向对方多要些钱。这种答复实在使我啼笑皆非。我自谓,在和外国人的交往中,也许我比任何别人都更能体会"人格与国格";这一点是用不着别人来指教的 。相反地,我却看到许多大人先生在国外干出了不可胜数的失态之事和丢脸之举!

闲言少叙。且说外国人虽然并不都是玻尔,但他们一般都很讲求礼貌和客气。设想你把自己的一篇论文寄给你认识的一位外国人,则在通常情况下那位外国人会来一封信,感谢你送给他"很有趣的"论文,并说那论文对他如何有启发性,如何是"重要的(或里程碑式的……)贡献"等等。这便是那位外国先生(若是女士则尤其如此)的礼节和客套。当你送一件礼物给外国人时,即使他(她)并不喜欢那件礼物,他(她)也会很惊讶地说那东西多好多好。这是人家的习惯。你若把它当作"殊荣"记在"家谱"上,那就犯了"拿着肉麻当有趣"的毛病了,

千万不可！我国宋朝有一位皇帝，有一天提拔一位老臣当了宰相。他以为那人一定会大大庆祝，家里一定门庭若市，请客演戏，等等。于是他派人去看，回来说人家什么举动也没有，门前冷冷清清和平日一样。皇帝听了很感动，叫着宰相的名字说：某某"大耐官职"！（即禁得住"官职"的考验，并不像俗人那样得意忘形。）人应该有点度量，容得下痛苦，也容得下喜庆。有一点点"名气"（甚至往往是弄虚作假攫取来的伪名气）就沾沾自喜，狂态可掬，那是卑劣的贱相，凡记得"人格与国格"者都应努力避免！

第二篇文章也很好玩。题目是"'B'摘录"。文章中的每一个单词都以"B"（意切"玻尔"）起头，作者的署名（笔名?）也不例外。可惜我不懂丹麦文，不知道说的是什么。

其他的文章不再一一叙述。

第三期即最后一期《谐谑物理学期刊》的封面除了刊名、出版日期（1955年10月7日）和出版单位以外，还印了玻尔的名言"我们比您所想的更加一致得多"。我所藏的是当时的原刊本。

这一期也没有目录。该期所收稿件除了用丹麦文写的一首诗和一篇可能是歌词的稿子以及用德文写的一篇"论文"以外，都是用英文写成的。作者署名有的用真名，有的只写一个号码，有的用别的笔名。

第一篇是一篇童话，题为《一个新象崽儿》（英文），作者署名"青蛙，一个小动物"。丹麦有一本童话集，告诉孩子们各种动物的故事。例如大象的鼻子为什么那么长？是因为大象到河边去喝水，被鳄鱼咬住了鼻子，双方使劲拉，就把鼻子拉长了。本文模仿那种体裁，用象崽儿比喻玻尔，因为玻尔得的是丹麦最高级的勋章，即"宝象勋章"，那是用黄金做成的一个象的形状，另外，玻尔年轻时到英国留学一年，申请的是"卡尔斯

伯基金会"(一译"佳士柏",似不妥)的资助,而卡尔斯伯啤酒厂的象征也是大象。

正是在那次留学期间,玻尔遇到了他的老师卢瑟福。本文把卢瑟福比作"老象",说老象用蹄子踢小象,踢着踢着,就把小象踢成了大象,于是大象也学会踢他自己的孩子了,等等。

1985 年是玻尔诞生的一百周年,全世界的科学界都举行纪念活动,当然以丹麦的尼耳斯·玻尔研究所的纪念活动最为引人注目。除了别的活动以外,研究所还在哥本哈根的市政大厅举行了展览会,发行了《玻尔百年》的小册子。图 12 是小册子中的一页,载有漫画"玻尔骑象图",画中的玻尔骑在一头大象的背上,身穿博士袍,头戴博士帽,胸前挂着勋章,正在用小孩子玩的计算器做算术。他背后天空中有一个原子模型的图案,但原子的中心不是原子核而是一个足球。

本期有趣的文章甚多,我们不能一一列举,而只想介绍其中最突出的两篇。

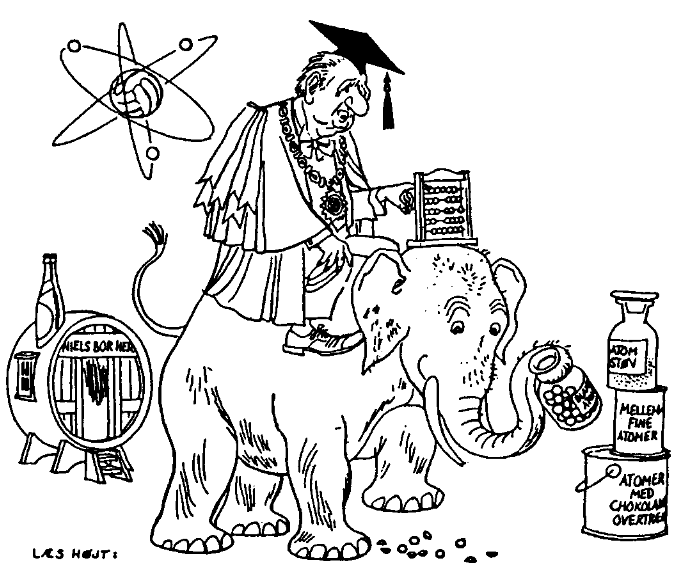
一篇是卡斯密尔的《结结巴巴的英语》,我从前也翻译过此文(原译"断续英语")。卡斯密尔用 B. E. (Broken English)来代表这种"到处都被说和到处都能懂的"语言。讲这种话的有"夏威夷的餐馆侍者们、巴黎的妓女们、华盛顿的大使们……商人们、国际会议上的科学家们、希腊卖淫秽画片的小贩们,总之是全世界和我自己一样可尊敬的那些人们"。

他指的是那种不成句子、用词不当、发音不准和语气怪异的英语。但是他却偏偏假装"语言学家"来论述 B. E. 的语法、措词、发音和语调等等。例如"重音"问题,他发现有的人讲的 B. E. 每个单词的重音都在第一音节,而也有的人的 B. E. 则重音永远在最后一个音节。于是他以"权威"的口气得出"结论"说 B. E. 的重音可以随便,爱怎样就怎样。这样一路说下去,总的结论就是,在B. E. 中,一切规律都可不顾,爱怎么说

Eftermælet

Niels Bohr i kunsten.
Myter og karikaturer.
Niels Bohr i pressen.
Niels Bohr og København.

Malebog for de mindste



LÆS HØJT:

HER SER I NIELS BOHR.
HAN ER RIDDER AF ELEFANTEN.
DERFOR ER HAN DYGTIG TIL AT MASE ATOMER I SMÅ STYKKER.
HAN ER DEN KLOGESTE MAND I DANMARK.
DEN SLAGS HAR VI IKKE SÅ MANGE AF. DERFOR BLIVER HAN OGSÅ VIST FREM FOR TURISTERNE,
FOR AT DE SKAL TRO, AT VI ALLESAMMEN ER LIGE SÅ KLOGE.
HAN HAR ÆRES-DOKTOR-TØJ PÅ.
DET ER DØDSMART AT VÆRE ÆRES-DOKTOR.
MEGET SMARTERE END DEN ALMINDELIGE, DER KOMMER OG KIGGER DIG I HALSEN OG GIVER MOR RESTENIL.

图 12 《玻尔百年》中载有漫画“玻尔骑象图”的一页

就怎么说，而事实上别人也能懂，因此 B.E.乃是全世界最流行和最有用的语言。这当然是他的俏皮话，但也有一定的道理。例如一些最伟大的科学家们讲的英语，绝对比不上电台广播员的英语，但他们照样是伟大的学者，在历史上流芳千古。玻尔的英语也有他独一无二的特点，并不是“标准的”英语。在一次重要会议上，人们为玻尔的演讲设置了同步翻译系统，听不懂“玻尔英语”的人可以通过耳机听到标准英语。但是也很伟大的物理学家汉斯·贝提(Hans Bethe)却不肯使用耳机，他更喜欢玻尔那种“带口音的”英语。1994 年在梯斯维里举行的一次聚会上，我作了两首中国诗献给玻尔生前的度夏别墅，并附了英文解说。玻尔的次子汉斯·玻尔(Hans Bohr)要我当众宣读那份解说。我说：“请你宣读吧。我的英语不行，是‘中国英语’。”于是，他的五弟厄恩耐斯特(Ernest Bohr)立即说：“布喇姆(Bram)的英语是‘荷兰英语’。”按“布喇姆”指的是派斯。他是在荷兰出生的，已入美国籍数十年，久居美国，常以自己的英语自豪，但他的英语确实是“荷兰英语”。在玻尔的科学助手中，担任得时间最久的是斯忒藩·罗森塔耳，我有幸在他逝世以前和他相交数载。他是波兰出生的犹太人，他的英语是“德国英语”——他说“street”(街道)永远读成“s-t-reet”，说“three”(三)永远读成“t-ree”，丹麦语中的“t”发音近于德文中的“z”。你坐 SAS(斯堪的纳维亚航空公司)的飞机，空中小姐送茶时端着茶壶一路走过去，口里喊着“tea(读作 zea)，tea(zea)……”听起来十分有趣。这都属于卡斯密尔所说的 B.E.。

卡斯密尔是一位很有天才的物理学家，在许多方面作出过重要贡献。他有一次访问前苏联，当人们把他介绍给一位前苏联学者时，那人立刻说：“噢，您是《结结巴巴的英语》的作者。”因此卡斯密尔自己说：“我平生流传最广的‘著作’就是那

篇《结结巴巴的英语》。”

我有一位丹麦朋友幼时随他父亲在美国长大(他父亲是著名的天体物理学家),现在他在哥本哈根的商业学院教美国英语之类的课程。有一次,他在来信中提到学生们在英语考试中的一些错误。于是我就把卡斯密尔这篇“名著”复印了寄给他。后来他来信说,这篇名著已在他的学生中广为流传。

本期另一篇特别有趣的作品是伽莫夫写的一篇小说,题为《长在另一边的心脏》。我不知道这样的作品应该归入哪一类小说,似乎不应该说它是“科学幻想”,因为作者的用意更多地在于开一种精致的玩笑,例如著名的《爱丽丝漫游奇境记》,也肯定不是“科幻小说”。

伽莫夫这篇小说,主要是根据所谓“莫比斯带”(或“莫比斯条”)来开了一些玩笑(但也不是单纯的“贫嘴”,而是很有启发性)。所谓莫比斯带是一种奇妙的几何曲面。设想有一段纸条 $ABCD$,如图 13 所示。为了明确,设想这纸条一面是白色的而另一面是红色的。现在让我们把它的两端用胶水粘在一起。如果 A 点和 D 点粘在一起而 B 点和 C 点粘在一起,我们就得到一个很短的圆筒,它有里、外面,例如里面白色、外面红色。不越过筒的边沿,你就不能从里面走到外面或从外面走到里面。这是谁都知道的事情。

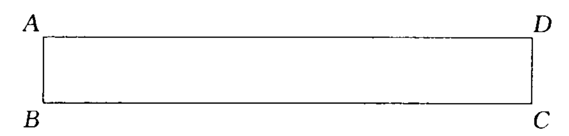
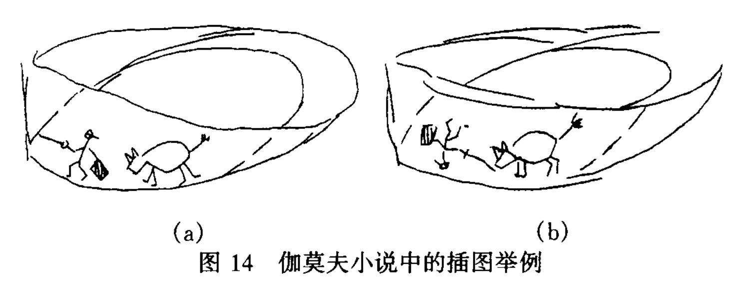


图 13 “莫比斯带”的制法

但是,如果换一种粘法,你就会遇到许多“怪事”。试想把纸条“拧”一下,把 A 点和 C 点粘在一起而把 B 点和 D 点粘在一起,我们就得到一个圆环式的东西,但是这个圆环只有一

个表面。你可以不必越过纸带的边沿而走遍纸带上的所有红色的区域和白色的区域。这样一个无始无终而“只有一个表面”的环形带,就叫做“莫比斯带”。莫比斯带有许多很不寻常的几何性质。伽莫夫就利用这些性质讲了许多好玩的、“半真半假的”事情。例如他说,设想在“莫比斯带”上举行一次斗牛表演。本来斗牛士拿着剑面对着公牛。但是他沿着莫比斯带跑一圈儿,我们就会看他变成背对着公牛或是头朝“下”面对着公牛了,如图 14(a)和 14(b)所示。他必须沿着带子再跑一圈儿,才能适当地斗牛。如此等等。



(a) (b)

图 14 伽莫夫小说中的插图举例

伽莫夫并没有停止在“莫比斯”表面上。他设想空间也是“莫比斯式的”。在那种空间中,你载着一船皮鞋,都是“左脚的”,只要把其中一些沿着适当方向扔过去,它们就会变成“右脚的”。你的心脏本来长在左侧,但是你沿着某一方向旅行一次,心脏就变到右侧去了。如此等等。他设想一对情人,在“莫比斯世界”中行动,他们遇到许多怪事。

这篇小说没有直接提到玻尔,然而它肯定是“谐谑的”。至于“莫比斯带”,在许多书上也都有所论述,然而我在几十年前却因为在一本理论物理学方面的教材中(在讲场在曲面上的通量时)提到了它而惹恼了当时的无知土棍,他们对我发动“批判”,说我“故弄玄虚”,“资产阶级思想即反动思想严重”,等等。区区“莫比斯带”也属于“资产阶级”,其“逻辑”或“反逻

辑"之奇特,也能使伽莫夫为之失色吧?

第三期多收英文作品,这也显示了英文在国际学术交往中的日益流行。事实上,当玻尔上大学时(20世纪初),丹麦大学生所学的第一外国语多是德语。当玻尔的研究所刚刚成立时,他们在讨论会上也主要是用德语。后来希特勒在德国当权(1933年),德国科学家的出国越来越受到限制和刁难,德语在国际科学社会中的应用才逐渐衰退了,而玻尔他们的谈论也开始较多地用起英语来。在今天,如果你到丹麦进行研究工作,你只要会英语(即卡斯密尔所谓的B.E.,或称"结结巴巴的英语")就可以了。但是如果你到丹麦去上大学,那却非学丹麦语不可,因为他们的大学授课当然是用丹麦语的。

在今天的丹麦,除了某些老年人和很小的孩子以外,几乎每个人都能讲英语和听英语(因为他们的教育相当普及)——当然,多数人讲的也都是B.E.——比我讲的B.E.稍好。

“哥本哈根《浮士德》”

我所收藏的另一种也可能是“海内孤本”的文献，是一种油印的剧本，其封面如图15所示。

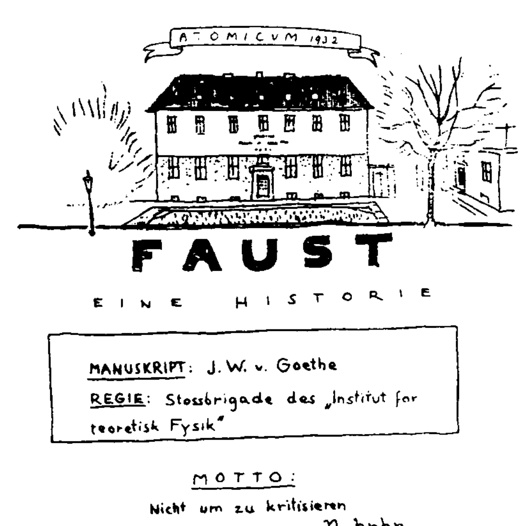




图15 “哥本哈根《浮士德》”的封面

封面最上方的绶带上写的是“原子论，1932”。插图表示理论物理学研究所的最初一栋楼房，即现在的C楼。黑体大字是

书名“浮士德”,副标题:“一部历史剧”。方框中的德文意为:原稿:J.W.封·歌德;导演:“理论物理学研究所”突击队。方框下面的德文题词又是玻尔那句名言“这不是为了批评”。

本书是理论物理学研究所的同仁们编写并演出的一幕“历史剧”,其背景倒也说来话长。

玻尔的父亲是当时丹麦很杰出的生理学家。他生平爱好文学,特别爱好德国大文豪歌德的作品,能够大段地背诵歌德的诗。玻尔在他父亲的熏陶下,对歌德的作品也很爱好和熟悉。这是一方面。

另一方面,玻尔的研究所从1929年开始每年召开一次学术座谈会,史称“哥本哈根座谈会”。现在的尼耳斯·玻尔文献馆保存了历届座谈会的合影照片。如无其他事故,这种座谈会多在4月间召开,但也有几次会议是在9月份举行的。丹麦人在4月初要过复活节,放假一天,故这种聚会又称“复活节座谈会”。应邀出席会议的主要是研究所的老朋友,但老朋友有时带自己的学生一起来。在第一届即1929年的座谈会上,当时正在莱比锡的中国物理学家周培源就随海森伯去了哥本哈根。他是在哥本哈根理论物理学研究所的签名簿上签了名的第二个中国人。(第一个中国人姓钱,不知是谁。)

座谈会当然主要是讨论当时最关键的量子物理学问题。但是按照“哥本哈根精神”,即使在讨论最严肃的问题时人们的发言也永远会妙趣横生,绝不死板或“官样”,而且在闭会以前往往会有联欢活动。

1932年是歌德逝世的100周年。那一年的哥本哈根会议是以一出戏剧的演出而告结束的。这出戏剧就叫做“哥本哈根《浮士德》”,有时也称“漂布塘路上的《浮士德》”。

《浮士德》是歌德最主要的著作,内容叙述一位浮士德博士的种种经历和斗争,其中角色包括魔王梅菲斯托菲勒斯、上



图 16 “哥本哈根《浮士德》”插图选

帝等等。我年轻时读过此书的中译本,但我承认没有读懂,而且现在已大半忘掉了。

哥本哈根人们上演的不是歌德的《浮士德》原著,而是他们的"改编本",若在今天,这也许应该称为"戏说浮士德",然而他们的"戏说"中加入了许多物理内容。在演出时,每一个人有三种身份。第一是演员本人,即玻尔的某一位朋友或学生。第二是歌德原著中的人物,例如"浮士德"、"魔王"等等。但是这些人物都戴着面具,面具上画的是所"影射"的人物。例如"上帝"影射玻尔,"浮士德"影射爱伦菲斯特,"魔王"影射泡利,等等。

这个剧本据说主要是由马克斯·戴耳布吕克(Max Delbrück)编写的。油印剧本上有许多有趣的插图,其风格很像伽莫夫的作品。但是据说伽莫夫没有参加那一次座谈会,因此他不可能(?)画那些漫画(除非是后来补画的)。好在研究所中并不缺乏漫画人才,例如奥托·弗里什(Otto R.Frisch)就是很有名的一个(但他似乎也没出席会议)。

图16中的上、中、下三幅图中的人物分别是油印剧本中所画的"上帝(玻尔)"、"浮士德(爱伦菲斯特)"和"魔王(泡利)"。据现在所知,当时扮演"上帝"的是菲利克斯·布劳赫(Felix Bloch),扮演"魔王"的是雷昂·罗森菲耳德,扮演"浮士德"的不知是谁。

戏剧的"主题"是"魔王(泡利)"力图把女主角"格利琴(代表'中微子')"卖给不肯相信的"浮士德(爱伦菲斯特)"。剧中的其他角色也都是物理学家,例如"高个儿"(A tall man)影射陶耳曼(R.C.Tolman);此外还有狄喇克、达尔文(C.G.Darwin)和否勒(Fowler)等人。表演中间,舞台指挥戴耳布吕克出场,手里拿的牌子上写着(量子力学中的"对易关系式"):

$$PQ - QP = h/2\pi i。$$

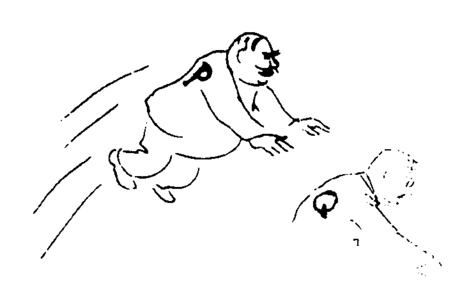


图 17　量子对易关系式的"演示"

这时"达尔文"忽然变成了"P"而"否勒"变成了"Q";他们迅速地玩起"跳蛙"运动,每跳一次牌子上就闪现一次"$h/2\pi i$"。图 17 就表示这种情况。

剧中角色不包括爱因斯坦,但是台词中却提及了爱因斯坦和"跳蚤"(指广义相对论)。因此剧本上也有爱因斯坦的一两个形象(见图 18)。但是我们指出,剧中完

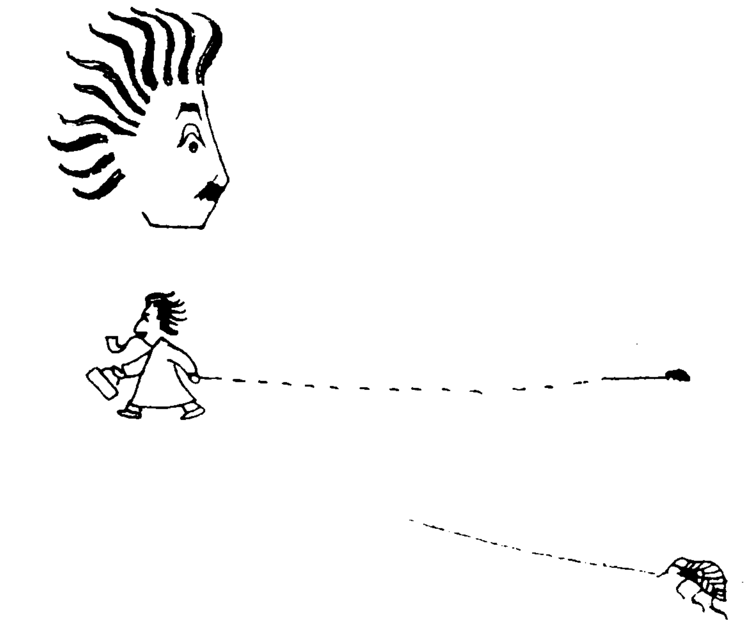


图 18　剧本上的爱因斯坦形象

全没有提到爱因斯坦对量子物理学的贡献。事实上，尽管人们绝不可以抹煞普朗克和爱因斯坦的开辟之功，三大宗师中真正使量子物理学蔚为大国的无疑还是玻尔。

“哥本哈根《浮士德》”的剧本原系德文本，后来出现了伽莫夫夫人的英译本。当年俄国十月革命时，有人写过一本介绍性的书叫做《震撼世界的十日》。后来伽莫夫写了一本介绍量子物理学发展的书，叫做《震撼物理学的三十年》，书末附有上述译本。伽莫夫的书是一种通俗性的介绍，不是正式史书。治科学史的同道们在讨论学术问题时不应以此为据——最多只能引为“旁证”。至于“哥本哈根《浮士德》”这个剧本，在真正懂得量子理论及其发展史的人们(世界上这种人为数不多)看来肯定是妙趣横生，使人忍俊不禁的，因此这个剧本向来被认为是一大杰作。但是，在不熟悉量子物理学的人们看来，当然有许多微妙的细节是无法领会的。我们作这种介绍，不过是希望读者们对它有个大致的了解并从中得到一定的乐趣而已。当然我们并不排除而是希望，读者中会有那么几个人将来有一天真正能够领略此剧的妙味。让我们盼望吧！

朗道和玻尔



图 19　玻尔对朗道讲话

"哥本哈根《浮士德》"的剧本上还有一幅插图值得特别注意，见图 19。这幅漫画是伽莫夫在 1931 年初春画的，也就是在上演"哥本哈根《浮士德》"的不久以前画的。画中表示的是朗道被绑在椅子上，手上戴着手铐，嘴巴被堵住，而玻尔则正在对他说着："喂，喂，朗道，请你听我说……"而玻尔每说一段，朗道就"唔……唔……唔……"一顿。这就是剧中表现的可笑情节。（玻尔不是美国警察，他对朗道讲的是物理学的见解，而不是"你有权保持沉默……"那一套话。）

朗道本来在前苏联的"列宁格勒"（现已改回原名圣彼得堡）上大学，伽莫夫、鲁道耳夫·派尔斯（Rudolf Peierls）都和他是同学。有一天，有人和他开玩笑说，既然朗道生怕别人不知道他是驴子，咱们以后就不要再叫他朗道，干脆叫他"道"就是了。（据说法文中的 Dau（道）有"驴"之义，但我的法文词典上

并无此词。)从那以后,“道”就变成了朗道的“爱称”,在以上谈到的台词中,玻尔也是称他为“道”的。

关于事实的始末,罗森菲耳德有过很精彩的记载,而且事态的发展大大涉及了罗森菲耳德自己。

1931 年的早春二月,朗道和派尔斯从德国赶到了哥本哈根。他们带来了一份论文初稿,其主要论点是认为,根据量子力学中的“测不准原理”,微观尺度下的电场强度和磁场强度是不可测量的,从而就是不可定义的,换句话说也就是没有物理意义的。这显然是一个关系重大的问题。假如他们的论点成立,则人们永远不能指望有什么量子电动力学。

玻尔直觉地反对朗道和派尔斯的观点,他和他们进行了激烈的争论。这就是图 19 那张漫画所表示的情况。当罗森菲耳德于 1931 年 2 月 28 日到达哥本哈根时,伽莫夫就给他看了刚画好不久的这张漫画。那时派尔斯已在争论中被弄得筋疲力竭,并且已经离开了哥本哈根,而朗道则还没有走。

事情的进一步发展是玻尔坚决要把这个问题彻底搞清楚。他要精通数学的罗森菲耳德和他一起干。罗森菲耳德回忆说,刚开始时,玻尔对量子电动力学的基本细节一点也不知道,罗森菲耳德必须给他从头讲起。但是没过多久,他们的角色就颠倒过来了,那时就轮到玻尔给罗森菲耳德讲那些以前谁也没有注意的物理思想了。

他们忙了两三年,按照玻尔那种寻根究底的方式研究了微观条件下电磁场量的可观测性,在明确引用空间-时间域中的平均值的情况下得出了逻辑上合理的正面结论,否定了朗道-派尔斯的论点,确证了量子电动力学的无矛盾的理论前提。他们二人于 1933 年联名发表了这方面的论文。后来,当条件进一步成熟时,他们又按照同样的精神研究了电荷密度的可观测性,得出了同样地逻辑合理的肯定结论,于 1950 年

联名发表了论文。

我们说过，玻尔当然是精通数学物理方法的，但是他的一般论文中都略去了细节的数学推算而主要是讨论了物理学的思索和结果。在考虑具体物理问题时，他最擅长使用量纲分析和数量级估计的方法。因此人们开玩笑说，玻尔的数学中只有三个符号，即≫（远远大于）、≪（远远小于）和≈（近似等于）。但是，在上述这两篇论文中，却包含了较多的数学表述（但仍没有详细的数学推导），更像一种数学物理学的研究工作了。文章的内容相当复杂。有一位丹麦朋友曾经对我说过，人们很少读这两篇论文，只知道文中的结论；某某（一位非常著名的理论物理学家）曾经读过，但是没有读懂，只有某某（另一位理论物理学家）读懂了，等等。总而言之，这两篇论文也是玻尔（主要是玻尔）的重要贡献之一种，而这种贡献的缘起则是朗道-派尔斯的“挑战”。

朗道先生是一位才气横溢、十分“难缠”的人物。他不怕任何“权威”，言语十分尖利。如果说泡利专挑人家的理论破绽，朗道就是连人家的“外表”也要批评。泡利不怕惹别人生气，而朗道有时甚至故意惹别人生气。他于 1929 年大学毕业时刚刚 21 岁，得到当时苏联政府的允许到国外留学。他走遍了德国、瑞士、荷兰、英国、比利时和丹麦，自称会见了除恩里科·费密（Enrico Fermi）以外的所有重要的量子物理学家。在德国时，他有一次听了爱因斯坦的学术演讲，那时爱因斯坦早已是全世界最著名的科学家，大家都对他十分尊敬。但是，当会议主持人问大家有什么问题时，坐在后排的小青年朗道却带着满不在乎的神气站起来说（大意）：“刚才爱因斯坦教授给我们讲的这些话倒不是多么愚蠢，但是第二个方程却不能直接从第一个方程推导出来。这需要一个还没有证明的假设，而且那个方程也不是像理所当然的那样不变的……”大厅

中所有的人都瞪着眼睛看这位鲁莽的青年人,只有爱因斯坦例外。他对着黑板考虑了很久,然后说道:“后排那位青年人说的完全正确,请诸位把我今天的讲话忘掉吧!”朗道的这种举动恐怕连泡利也做不出来。泡利也常常藐视“权威”,但他有时到底还讲求一点礼貌。据说不论他坐在什么地方,当他的老师索末菲走进来时,他永远会站起身来。

朗道这种不拘形迹的作风,最投合玻尔的脾气。有人说,人们曾看见玻尔和朗道两个人在会议室(即召开著名的哥本哈根座谈会的地方,现名 A 会议室)中讨论问题;当时朗道仰卧在长凳上,而玻尔则弯着腰站着和他讲话,“两个人谁也不曾觉得这种姿态有什么反常”。

朗道回国以后,由于犹太血统和言行不慎而很快受到了当局的压制。1938 年冬,30 岁的朗道以“德国间谍”的“罪名”被捕入狱,他的一位朋友被捕后下落不明,他则因玻尔等人的国际声援和国内主要是卡匹察(Pyotro Kapitza)的援救而在一年以后获释。他在狱中受到了“现实教育”,被折磨得奄奄一息,但即使在那种条件下,他也没有放弃思索物理问题。随着工作的进展,他在国际上声名日盛,在国内也开始受到了重视,不再说他是什么“间谍”了。

他确立了自己的学派,当时的苏联大学生以成为“朗道的研究生”为荣。1958 年,为了庆贺朗道的 50 岁寿辰,苏联原子能研究所的同仁们为他制造了一件礼物。这是一块大理石平板,石板的正反两面上刻了朗道平生最重要的十项科学贡献,人们仿照宗教上“摩西十诫”的名目称之为“朗道十诫”。

朗道见过许许多多的著名物理学家,他在哥本哈根待的时间也并不多么长久,但是他终身自称是玻尔的学生。1961 年玻尔最后一次访问苏联时,朗道亲自担任了他的翻译。有一次,朗道问玻尔:“您有什么秘诀把那么多有才华的青年人



图 20　1961 年玻尔访问莫斯科，前排穿白衬衣、白裤子者为朗道

团结在您的周围?"玻尔答道:"没有什么秘诀，只是我不害怕在他们面前显露我的愚蠢。"玻尔的这句答话成了国际科学界盛传的名言。但是，在一次重述这句话时，朗道却把"我的愚蠢"说成了"他们的愚蠢"。这当然是一时的疏忽，但是朗道的朋友卡匹察却说，朗道没有说错，这正表明了他的作风和玻尔作风的不同。也就是说，玻尔批评别人时语气非常缓和("不是为了批评……","很有趣"等等)，总害怕挫伤了别人的感情，而朗道批评别人(当然包括他的学生们)时则总是非常尖锐，往往使别人感到下不了台("显示了他们的愚蠢")。

玻尔和青年人平等相处，而朗道则对学生们要求非常严格，常常使学生们觉得老师高高在上，无所不知。图 21 中的漫画表示的就是这种情况。消瘦的朗道被画成了肩后长着翅膀而头上有着光环的天使(神圣)，学生们被画成驴子。下面的俄文说明的意思是"'道'曰:'……'"。



图 21 “道”曰:“……”

朗道自幼瘦弱,30 年代中的政治迫害更严重地损害了他的健康。他行动迟缓,反应不快。1962 年 1 月 7 日,他搭乘别人的便车去杜布纳的联合原子核研究所,在路上遇到了车祸。别人平安无事,而朗道却受了极危险的重伤。苏联人发动各方面的力量对他进行了全力的抢救,从国外请来了医疗权威,空运来最新的药品,终于保住了他的性命。但他的身体一直没有复原,头脑也一直不很清醒。有一次,为了测验他智力恢复的程度,他的学生栗夫席兹(E.M.Lifshitz)向他提了一个物理问题。他回答了。当人们问栗夫席兹这种回答对不对时,栗夫席兹苦笑着摇了摇头。但是,过了一些时候,他忽然觉悟到朗道的回答也是对的,只是他的思路十分奇特,超出了人们的想象!

朗道获得了 1962 年度的诺贝尔物理学奖。他很希望亲自到斯德哥尔摩去领奖,以趁机再和一些老朋友见一次面。但是虽经多方治疗,他的身体情况还是没能允许他作这样的旅行。最后人们只好委托瑞典驻苏大使在莫斯科向他授了奖。他又拖了 6 年,于 1968 年逝世。

颠倒陀螺的故事



图 22　玻尔和泡利正在“研究”颠倒陀螺

图 22 是一幅很著名的照片：两位大物理学家玻尔和泡利正在很用心地“研究”一种叫做“颠倒陀螺”(tippe-top)的玩具，正面坐者是泡利，弯腰旁立者是玻尔。关于玻尔玩颠倒陀螺的故事，人们谈论得很多。有一家报纸上还刊登过一幅漫

画,画的是三个人趴在地上,盯着一个颠倒陀螺,那三个人代表的是玻尔、丹麦首相和瑞典国王！漫画不足为凭,但照片却是历史的铁证,表明玻尔确实喜欢这种玩具——甚至“上帝的鞭子”(泡利)也陪着他玩过。

颠倒陀螺是一种特殊的陀螺,它在转动过程中能够自己颠倒过来并继续转动(但它在上面转动的平面应该适当,太粗糙和太光滑了都不行)。这种玩具据说在50年代中流行于丹麦。50年代,那已经是玻尔和泡利的晚年(泡利逝世于1958年)。那时他们已经是国际闻名的大学问家,而他们仍在玩这种小孩子玩意儿。这说明他们犹有童心,不摆架子,不装腔作势,对生活充满了信心和兴趣。这是他们的伟大之处,也是哥本哈根的重要传统,因此这种故事才会脍炙人口,流传久远。

我听到玻尔和颠倒陀螺的故事,已经是几十年前的事了。我对此事一直心向往之,但是身在中国,没机会亲自看到颠倒陀螺到底是怎样一个东西和它到底是怎样转动的。1988年秋天,我有机会第一次访问丹麦,在“尼耳斯·玻尔文献馆”工作半年。刚到丹麦,我就试图去买一个颠倒陀螺。但是,三十多年前的流行玩意儿,时过境迁,连玩具店的老板都不知道那是什么东西了。我向丹麦朋友们打听,他们也说现在买不到了。最后,承斯忒藩·罗森塔耳的夫人柯汉娜女士(Hanna Kobylinski)的盛情,把她保存的一个颠倒陀螺送给了我,这才使我在感性上认识了这种东西的真面目。

这个陀螺是用硬塑料制成的,表面光滑,上半部为红色,下半部为白色,其形状略如图23所示。放在桌上,它能竖直站立。在一般的木质桌面或地板上,它确实能够自动“颠倒”,屡试不爽(但是旋转速度必须够大)。

这样一个简简单单的东西为什么会自动“颠倒”呢？这显然是一个刚体力学的问题。陀螺是一个宏观物体,当然用经

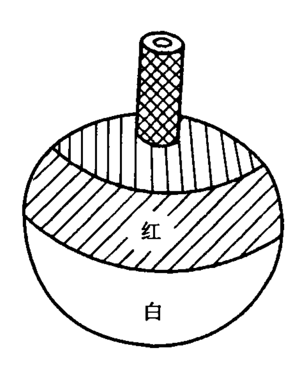


图 23 颠倒陀螺的外形

典力学来描述它的运动就足够了。但是,刚体(固体)转动的经典力学描述,通常在数学上也是相当复杂的(要引用欧勒角等等)。如果再考虑到实际的细节问题例如桌面的摩擦等等,那问题就会更加复杂(不考虑摩擦恐怕就无法说明"颠倒效应")。因此,尽管有人说这个问题已经有了理论的解释,但是孤陋寡闻的我却从来没见过这样的详细理论。当然,只从原理上来说,你可以简单地判断这总是一个动量矩(又称角动量)的问题。然而这样的定性判断不能算是详细的(定量的)解释,而且有时甚至会使人上当。例如,大约 20 年前,美国杂志上讨论过人骑自行车为什么能够不倒的问题。初看起来,这应该是一个动量矩守恒的问题。但是有一个美国人制造了一辆特殊的自行车,在每个车轮旁边又装上同样一个车轮;当原来的车轮开始转动时,后加的车轮就向相反方向转动(但是不接触地面)。这样,每一对车轮的总动量矩就近似地等于零,当然谈不到动量矩守恒的作用了。但是据他报道,他的这部自行车照样能骑,照样不倒。

因为受知识和工作"条件"的限制,我没能追踪自行车问题的讨论一直到"最后"(假如谈得到"最后"的话)。但是另一件事情使我受到的震动和教育更加巨大。

我教了几十年的大学物理课程。在几乎所有的普通物理学的教本上,当谈到动量矩守恒原理时,都会举一个"联系实际"的例子,那就是"猫的四脚着地"的现象。书上说,当猫从高处掉下来时,它的身体就会适当挣扎和扭动,以保证它能够四脚着地,不会摔伤。在一种俄文的物理学教本上,还画得有

很工整的插图,表示正在下落的一只猫转动着它的尾巴,以矫正它自身的动量矩。另一本比较古老的书上还记载着,当某人去拜访一位著名的物理学家时,曾看到他和助手不断把猫从楼上扔下来,以观察它如何“四脚着地”。如此等等,说得活灵活现。

作为一个物理教师,看到这么多的书上写了同样的事情,你能够不信以为真吗?我想,任何一个精神正常的评论者,也不会认为一位物理教师应该怀疑书上所说的一切而去亲身经历一番(那是根本无法做到的,正如主张学物理的必须会“开机器、修机器”一样地荒谬)。因此,我相信,普天下所有的物理教师,大概全都认为“猫以四脚着地”的说法是早已被经验所证明的无可非议的物理事实,而且这一事实也正是讲述“动量矩守恒原理”的绝好例证。而且我自己在几十年的物理教学中也正是这样干了的(不可能有别的干法)。

然而,事情却出现了意外的转折。我自幼就是一个爱猫者,老来尤甚。自改革开放以来,我的爱猫之事变得“国际知名”。在丹麦,第一次会见某一个人,他(她)有时就顺便问我:“听说您喜欢猫?”我意外地说:“您怎么知道?”他(她)会说:“听某某(一位共同朋友)说的。”丹麦人都知道,自己的亲友当然更知道了。因此,1996 年的年底,我的一个甥女就从美国给我寄来一本 1997 年的台历,一年 365 天,每天一张猫的照片和一段关于猫的知识。在这本台历的 4 月 4 日的一页上写着:“传闻:猫儿永远四脚着地。事实:每年都有许多猫从窗口落下而被摔伤……”4 月 4 日不是 4 月 1 日(万愚节)。美国人是爱猫的(养猫的人比养狗的人多),因此这种说法不会是纯粹造谣。然而这种说法动摇了多少年来物理教科书上的公认结论,这是多么使人难堪的事啊!

我现在已经退休,用不着再给学生们讲什么物理课了。但

是，请读者们替我想一想，假如有一天有人请我讲一讲“教学经验”之类的问题，我应该怎么办呢？要知道，我是一个“国际知名”的爱猫者，我绝不忍心把我的宠猫或任何别的猫从楼上向下扔1000次，因为如果猫儿摔伤了我是会很难过的。另一方面，我也不能因为一本台历上的一段话就把所有物理书上的论述都否定掉。我想，唯一可取的办法就是把两种相反的说法都介绍给我的听众，由他们自己去观察，去思考，去判断。

请不要认为我讲这个“猫的故事”是离题太远，我希望通过这个故事能够使亲爱的读者们(尤其是读者中的物理教师们)从中体会到一点做学问的方法。

我很庆幸，在“颠倒陀螺”的事例中，我是得到了亲身体验的。因此我敢肯定地告诉你们：那玩意儿确实能够“颠倒”！

“波希米亚人”普拉才克

当海森伯刚到玻尔的研究所中时(20 年代初期),他曾有“自惭形秽”之感,因为他觉得研究所中有一些比他高明的青年人,他们不但懂得物理学,而且懂得文学和艺术,会讲多种语言,会演奏各种乐器——也会开各种的玩笑。当奥托·弗里什第一次来到研究所中时(30 年代初期),他觉得那里有许多“怪人”,他们或则懒懒散散,睡眼朦胧,或则专门搞小动作,“行有余力”才搞搞物理学,如此等等。这些回忆都反映了当年哥本哈根研究所的不平凡。



图 24 乔治·普拉才克

弗里什描述的后来成为他的好朋友的普拉才克(George Placzek),就是这种“怪人”中的佼佼者。他的才能是连玻尔都很佩服的,但是他的言行却相当地与众不同。弗里什说他“在一切意义上”都是一个“波希米亚人”。这是什么意思呢?原

来，外国人常说的“波希米亚人”有两种含意：第一，出生在波西米亚地区；第二，不受世俗礼法的拘束而我行我素的人（例如某些作家和艺术家等等）。弗里什认为普拉才克兼具这两种品格。

普拉才克能讲十来种不同的语言，而且通晓这些语言中的大量“脏话”。他行为散漫，服装不整，胡子邋遢，常常丢三落四。有一次，他借了玻尔的一份稿子，后来再也找不到了。他急得要命，发誓说，只要找到这份稿子，他以后就再也不这么粗心大意了。朋友说他应该把这种誓言写下来，以免过后赖账。于是他就用英文、西里尔体的俄文、希伯莱文和阿拉伯文在黑板上写下了他的誓言。不久以后，稿子就出现了，但是后来普拉才克的散漫脾气并不见多大的改变。

在此我愿意指出，玻尔研究所至今仍然显示着很大的国际性。十年以前，我在那里亲眼看到一个门上贴了一张佛像；很特别的是，那张显然来自东方国家的佛像贴在很靠近地面的地方，你必须蹲下身去才能看清楚它。我不知道那是什么讲究。在从A楼穿过地下走廊去茶室的路上，有一个门。门上写着“随手关门”的字样，那是由“客人”们自发地写上的，不但有英文“Close the door”，而且也有中文“随手关门”，等等。

弗里什喜欢上午八点起床，一直工作到午夜；而普拉才克则要一直睡到正午，才揉着眼睛赶到实验室，在那里工作到凌晨三点。因此他们联手做实验时总是时间凑不到一起。于是赫维斯就给他们讲了一个故事。说的是匈牙利（赫维斯的故乡）的农村中有一户人家，在山中捉到了一只小野猪，就把它和家养的小猪放在一起。过了些天，两只猪都死了。因为野猪是白天睡觉、晚上觅食，而家猪则白天活动、晚上睡觉。两只猪互相扰乱，谁都得不到休息，所以都死了。普拉才克听到这个故事，立即接受了“野猪”的称号，就仿佛那是一件光荣的

事一样。

这个故事也使我想起了一点自己的经历。玻尔文献馆的地址曾经稍有变动，但一直和玻尔研究所使用同一个通信地址和门牌号码。任何到文献馆或研究所工作的人，一到就可以领取一个大门的钥匙和有关的工作室或实验室的钥匙。有了这些钥匙，你就可以不分昼夜，随时到那里去工作，没有什么上班、下班之分。我第三次去丹麦时（1994 年），租住的房子和前两次的房子相邻（原来的房东老太太已去世）。他们有两间房子出租。我在那里时，另一间房子换过几个房客。其中有两三个人是从俄罗斯来的理论高能物理学家。他们先后来到，每个人都年纪较轻，精力充沛，几乎每天都工作到午夜以后两三点钟才回来睡觉。房东太太很惊讶，有一次和我谈起。我说，No wonder（不奇怪），他们是“高能”物理学家（high energy physicists），有的是“能量”。她听后，也笑了起来。

这种利用形容词意义的变动来说俏皮话的事情还有另外一个例子。我读大学时，化学系有一位教师，研究的是微量化学（micro chemistry）。那位先生身材矮小，因此同学们在背后都称他为“micro chemist”，意思不是说他研究的是“微量化学”，而是说他作为化学家（chemist），是相当地 micro（微观的，在显微镜下才能看到的，等等）。

闲言少叙。且说 1938 年人们发现了铀原子核的裂变现象，这是大规模释放核能（原子弹）的最初契机。在这种发现中，弗里什和他的三姨丽丝·迈特纳起了很主要的作用，而他们所依据的理论指导则是玻尔在 1936 年前后提出的原子核的液滴模型。

在弗里什和迈特纳阐明了核裂变的机制以后，玻尔就应邀去了美国。在去美国的海船上，他和他的助手罗森菲耳德一起对裂变过程进行了进一步的研究。到了美国，他又和约

翰·惠勒(John A. Wheeler)等人进行了合作。可想而知,既然裂变现象刚被发现,人们对它的了解还是非常有限的。但是,仅仅根据这种很不充分的资料,玻尔就得出了非常重要的结论。当时已知,铀有三种同位素,即铀238、铀235和铀233,其中铀238所占的百分比最大,另外两种则百分比很小。玻尔分析了当时已知的很有限的实验资料,得出结论说:在当时那种条件的慢中子的影响下,能够发生裂变的是很少的铀235的核和更少的铀233的核,而不是占绝大多数的铀238的核。

那时普拉才克也在美国。当时大家都相信玻尔的结论,惟有普拉才克表示怀疑。于是他提出和惠勒打赌。他们打赌的方式也表现了核物理学家的特色。质子质量和电子质量之比是1846:1。他们约定,玻尔的结论若被实验证实为错的,惠勒就要给普拉才克18.46美元;若被证实为对的,普拉才克只须给惠勒0.01美元即1美分。一年以后,实验证实了玻尔的结论,于是有一天惠勒就收到了一笔电汇的汇款,款值只有1美分,电报上只有一个单词:Congratulation(祝贺)。不用说,汇款人就是普拉才克。

关于普拉才克的故事还有很多,我们以后还要提到他。

卡斯密尔的故事

普拉才克和别人打赌也有赌输了的时候。有一次,他们几个人走到一个湖边,想要到对岸去。那个湖很长,从岸上绕过去大约要多走400米。他们嘟囔说,如果没有这个湖就好了,就可以直接走过去了。普拉才克开玩笑说,谁若不想绕路就可以从水里游过去。于是同行的荷兰青年卡斯密尔就说他可以游过去。这时同行的还有卡斯密尔的新婚妻子。普拉才克估计卡斯密尔绝不肯当着新太太的面干那种事,就说卡斯密尔若能游过去,他宁愿输给他20克朗。那时20克朗约合1英镑(现在约合3美



图25 亨德里克·卡斯密尔。小孩是爱伦菲斯特的儿子

元)，所值有限，不过是开玩笑而已。没料想卡斯密尔很了解他的太太，知道她不会为此而生气。于是他堂而皇之地脱了衣服，交给太太替他拿着，然后就毫不费力地游到了对岸。大家当然十分高兴，一起绕路过了湖。卡斯密尔从普拉才克手中接过了 20 克朗，坐了一趟出租车就花掉了一大半。他是到丹麦来短期访问的。第二天人们到车站送他回国时，发现他穿的是晚礼服，那显然是他唯一的一套干衣服(他昨天穿的衣服在游水以后弄湿了)。

这个故事见弗里什的回忆录。弗里什描述了那个湖。但是根据他的描述，人们还不能明确地判定那是什么地方。我认为最可能的就是离研究所不远的五段湖，其离研究所最近的那一部分就是黑池湖。

这个故事还有后来的“演义”。在哥本哈根闹市区游水，那当然有点惊世而骇俗。尤其是，据说卡斯密尔惊扰了大量的鸭子，使它们乱飞乱叫。这就更像是黑池湖畔的情景，因为那里经常有许多野鸭子，人们常到那里去喂它们吃东西。据说这种鸡飞狗跳的情况惊动了警察，便过来问卡斯密尔在干什么，而卡斯密尔回答说：这没有什么，在荷兰，我们有许多运河，我们经常游水过河。

以上这一段“演义”当然是人们为了取笑而编造出来的。然而这却使我想起了“人与动物”的关系问题。我认为，这个问题最能体现中国人和外国人的差别。在中国，小孩子刚会走路就随时受到一种影响，使他们觉得残忍地对待昆虫和动物是理所当然的事。在外国，我却几乎每天都看到有人带着刚懂事的婴儿到湖边去教给他喂鸭子和鸽子。看到那些可爱的小孩拿着面包之类的东西给鸟儿吃，我常常有许许多多的感想！丹麦有一张很有名的招贴画，画的是交通警察拦住行人车辆让一只鸭子带着它的四个儿女昂首阔步地过马路，被

拦住的军民人等都张着嘴笑，非常愉快。画的标题是“奇妙的哥本哈根”。

卡斯密尔游水过湖的故事也由别人叙述过，例如研究所的秘书贝蒂·舒耳兹女士也叙述过。我刚到哥本哈根时丹麦人正在纪念他们古代著名的国王克里斯蒂安四世。有一天，伊瑞克·吕丁格尔带我去参观国王的故宫“罗森堡”(现为珍宝博物馆)。宫前有一条小河，应是为了当时防卫之用。伊瑞克说，这样一条小河能挡得住敌人吗？我说，当然宫内还有弓箭手配合，不然的话，连卡斯密尔都很容易游过来。

且说卡斯密尔本来是爱伦菲斯特的学生。1929 年玻尔召开第一届“复活节座谈会”时，爱伦菲斯特把卡斯密尔带到了哥本哈根，让他随玻尔继续学习。在来哥本哈根的路上，爱伦菲斯特对他说：听着，你现在就要见到尼耳斯·玻尔了，这对一个学物理的人来说是他一生中最重要的大事！到了哥本哈根，爱伦菲斯特向玻尔介绍卡斯密尔说：这小伙子已经学了一些东西，但是还需要好好地继续“鞭策”。

卡斯密尔后来撰文回忆了那次座谈会。在会上的讨论中，人们提到了核物理学方面的一个难题，认为当时还无法解决。但是年轻的卡斯密尔突然想出了一种解决的方案。他立刻开始了复杂的计算。到了晚上，大家去看电影。那时放映电影的技术还很原始。放完了一盘拷贝后，剧场里的灯光就亮起来，以便换一盘新的拷贝再接着放。每当灯光亮了时，人们就看到“可怜的卡斯密尔”伏在椅子扶手上在用心地算着什么。就这样，他完成了自己的计算。因此人们说，卡斯密尔的第一项对物理学的贡献是在电影院里作出来的。当年中国有一位文学家，喜欢打麻将牌。他曾声称，只有读书才能忘了麻将，只有打麻将才能忘了读书。卡斯密尔则不然，连看电影时也忘不了科学研究。这样的好学精神才是货真价实的，没人

要求他或强迫他那样干,假装也是装不来的——而且他也用不着假装。

有一天,玻尔叫卡斯密尔。当他来到玻尔的办公室中时,发现玻尔和爱伦菲斯特正在那儿坐着。他们问他一个问题:你怎么知道在不同的参照系中观察到的物理学基本规律是相同的?用专门的数学物理学的语言来说,这叫做“物理定律的协变性”。卡斯密尔当然学过相对论,熟悉坐标变换和群论之类的数学方法。因此他就滔滔不绝地讲了一通。玻尔和爱伦菲斯特听了哈哈大笑,说,“果然不出所料!”

这一下可把卡斯密尔弄糊涂了。原来玻尔他们所要问的,不是这种每一个学理论物理的学生(如果他不是太笨)都学过和都懂得的“数学证明”。他们要问的是“物理的”道理,例如通过“假想实验”来说明的那种更直观、更实质的道理。对于比较复杂的物理问题来说,这种物理的道理往往比数学的证明更难掌握,而且一般在课堂上是并不讲授的。然而,按照杰姆斯·弗朗克的说法,玻尔和爱伦菲斯特都是“业余物理学家”,他们所最关心和首先关心的,正是这种物理的思维。在他们看来,有了这种思维,数学的证明才能有意义。可惜得很,全世界的物理教授们,能够采取这种态度的人并不见得很多!

卡斯密尔是1909年出生的。当1985年丹麦人纪念玻尔一百周年诞辰时,他在哥本哈根发表了回忆性的演讲。

迈特纳和弗里什

丹麦的尼耳斯·玻尔文献馆中收藏着许多照相簿。其中两本收的是研究所的老朋友们的个人照片。浏览这些照片，使人如读一部量子物理学史。玻尔本人的照片当然不在这儿(而是收在别的照相簿中)。除玻尔外,20 世纪前半期的所有重要的理论物理学家几乎都有照片在这里——从普朗克、爱因斯坦开始,最中心的当然是泡利、海森伯、狄喇克和玻尔的历届科学助手亨德里克·克喇摩斯(Hendrik A.Kramers)、奥斯卡·克莱恩、雷昂·罗森菲耳德、斯忒藩·罗森塔耳以及颇具传奇色彩的乔治·伽莫夫、乔治·普拉才克、奥托·弗里什等等。这些人都是了不起的物理学家,但是研究所和文献馆的人们有时开玩笑地把他们叫做“罪犯们”(the criminals),因为他们的照片已经“存档”,就像有犯罪倾向的分子在警察局里存有档案一样。

特别重要的“罪犯”照片也贴在文献馆的楼道上。他们更都是了不起的物理学家,只除了以色列第一任总理本·古里安以外。

有一次,我和几个丹麦朋友在楼道上聊天,偶然提到“罪犯们”都是男人。于是有人(伊瑞克·吕丁格尔?)立即拉着我去看一位女“罪犯”的照片,她就是丽丝·迈特纳。我说,我当然知道她,然而女物理学家毕竟太少了。



图 26　丽丝·迈特纳

丽丝·迈特纳是在奥地利首都维也纳出生的犹太人(和泡利一样),在维也纳上了大学,很早就受到普朗克的赏识。普朗克甚至曾经为了她而有意转到维也纳大学去当教授,后因柏林大学竭力挽留而没去成。而迈特纳却到柏林来当了助教,一步一步地受到了人们的更大重视。爱因斯坦称她为“我们(德国)的居里夫人”。因为她成了研究物质放射性的专家,泡利在写给一次学术会议的信中称她为“亲爱的放射性的女士”。她身材消瘦,终身没有结婚,也不曾有过什么重要的爱情事件。她一生致力于学术工作,在个性和人品方面也大有过人之处。

为了逃避希特勒的迫害,迈特纳于 1938 年冒险越境逃到了荷兰,身无分文,只有她的老同事奥托·哈恩(Otto Hahn)送给她以备不时之需的一枚钻戒。她辗转去了瑞典,找到了一份勉强度日的工作。那年冬天,她就和弗里什一起在哈恩等人的实验资料的基础上提出了“铀核裂变”的概念,打开了大规模释放核能的最初门径。有人邀请她参加原子武器的研制工作,她表示了坚决的拒绝,声称在任何条件下都不介入“炸弹的制造”。在这方面,她和玻尔是不相同的。玻尔认为,为

了扼制独裁性的罪恶势力,可以采用任何手段,而迈特纳则认为为了任何目的都不应制造大规模杀伤性的武器。她以一个弱女子而坚持自己的信念,这是值得钦佩的。

第二次世界大战以后,她因为裂变概念的提出而被公众称为“原子弹的犹太母亲”。她在美国出了大名,尽管她从来不肯过问原子弹的任何工作。当时她在瑞典的处境并不很好,工作得不到支持,资金甚感缺乏。但是当美国以优厚的条件请她参加一部关于原子弹的电影的拍摄时,她又断然拒绝。她宁肯忍受贫困也不肯哗众取宠。她说,在影片上露面,就像赤身露体地在百老汇大街上行走一样地令人羞愧。

在二战刚刚结束时,迈特纳在瑞典见到了一些刚从希特勒集中营中被救出的难民。看到那些人的悲惨情况,她受到了极大的震撼。她写信给战时一直留在德国的哈恩,善意地责备他们背叛了德国和全世界人民,最终也背叛了他们自己。她特别提到了海森伯的表现。她写道:

> “人们应该找到海森伯那样的人,以及成百万和他相像的人们,并且强迫他们仔细看看这些集中营和那些殉难的人们。他[按:指海森伯]在 1941 年在丹麦出现的那种方式是不可忘记的。”

后一句话是指 1941 年海森伯和玻尔的那次密谈。不论别人对这一事件有多少不同的看法(和理解),这里总是毫不含糊地表现了迈特纳的坦率意见,也表现了她的正义感。女子又怎样?有时比男子还有胆识,有见解。

迈特纳的个性也许得罪了某些人。她在瑞典的生活过得并不顺利。当宣布授予奥托·哈恩以 1944 年度的诺贝尔化学奖时,许多朋友为迈特纳感到了不平。但是不管人们怎样抗议和呼吁,迈特纳终身都不曾获得诺贝尔奖。

迈特纳生于 1878 年,比玻尔还大 7 岁。1960 年,她彻底

退休并迁居到了英国的剑桥，以便和她的外甥弗里什的一家住得更近一些。她在90岁差几天时在英国逝世。



图27 奥托·R·弗里什

奥托·弗里什是玻尔研究集体中很有名的人物。他的母亲是迈特纳的二姐。他性格诙谐而幽默，多才多艺，爱开玩笑。他从父亲那里继承了绘画的才能，在他70岁时写的回忆录中印出的几幅人物速写很有风致。他母亲是具有专业水平的钢琴家，并且擅长作曲。他自己也弹得一手好钢琴，在美国洛斯阿拉莫斯参加原子弹的研制时作为“我们的钢琴家”经常向全研究基地播送音乐。在一次联欢活动中，他表演钢琴演奏。事后人们评论说，这家伙学物理实在太屈才，他应该学音乐。

他主要是实验物理学家，起初在德国的汉森工作，后来当面临希特勒的威胁时，在玻尔的邀请下经英国到了丹麦。在玻尔的研究所中，他和伽莫夫等人结成“团伙”，时常干些开玩笑的事情，留下了许多佳话。他的照片当然也归在“罪犯们”的相册中。

当1940年丹麦被德军占领时，弗里什正在英国出差，玻尔打电报要他不要再回丹麦，并告诉他玻尔一家都还平安，最后附带说到“请告肯特茅德”。弗里什他们不知道这是说的什么，就推测一定是包含着原子情报的密码。当英国当局开始认真考虑研制原子弹时，就用“茅德委员会”当作了领导机关

的代号。后来才知道,茅德是当时住在英国肯特郡的一位女士,她曾在玻尔家当过家庭教师,玻尔要弗里什通知她玻尔全家平安,以免她挂念。

弗里什在英国发现了一种分离同位素的新可能,和另一位犹太物理学家鲁道耳夫·派尔斯联名写了一份致英国当局的备忘录。这份只有两三张打字纸的备忘录促使英国人认真考虑了研制原子弹的问题。后来,到了1943年,当玻尔从丹麦逃到瑞典并被接到英国以后,他就和玻尔等人先后到了美国,参加了原子弹的具体研制工作。

在洛斯阿拉莫斯的研究基地上,弗里什也是一个活跃人物。有一次演剧,剧情中有一个许多人被毒死的场面。那些"死人"当然都是配角,导演邀请了一些物理学家来充当,其中当然包括很活跃的弗里什。当戏已演完各演员出台谢幕时,别的"死尸"都已复活了,而弗里什则仍然垂着双臂,装出一副待死不活的样子。因此大家都说他是"最好的死尸"。

在另一次演出中,弗里什扮演了一个印第安姑娘,穿着连衣裙,大讲自己创造的"印第安话",逗得大家非常高兴。

关于在研制原子弹的过程中发生的种种情况,英美官方都有很详细的纪录资料,私人的和半官方的作者们也已经写了许多许多的书,有的郑重,有的荒谬,有待明眼的读者自己辨认和选择,在此不能一一详述。不过我记得一个特别有趣的故事,虽然和迈特纳及弗里什无关,但毕竟可算不出本书标题的范围,不妨在此公诸同好。

为了分离同位素铀235,需要(在橡树岭等地)建立很大的工厂。当时参加工作的科学家中,有一位法国人。他是国际上的化工权威。在审查了工厂设计以后,他指出设计者没有考虑"防漏"(防止漏水、漏气)的措施,这是不行的。但是美国同行们告诉他说,在美国,家家都有电冰箱,防漏的问题已

经解决，用不着单独考虑了。法国人听了甚感惶惑而尴尬，觉得自己的思想跟不上形势，没能意识到美国工业的先进性，等等。但是当他开完了会回到家中时，他的太太却告诉他，今天的午饭没法做，因为他家的冰箱——漏了！

致词的艺术

在英国,据说有一种礼节,每当举行正式的宴会时,首先要为"国王(或女王)的健康"干杯;在此之前,人们不得抽烟。有一次,在一次大宴会上,有几个美国人不懂这一套,刚到场就大模大样地抽起烟来。主持宴会的人看在眼里,感到很不高兴,但又不便明说。他领着大家为国王的健康干了杯,然后说:"现在绅士们(gentlemen)可以抽烟,其他的先生们请继续抽。"当玻尔应邀到爱丁堡讲学时,接待他的人怕他不懂这种礼节,就在闲谈中讲了这个故事。但是陪他前去的他的科学助手罗森塔耳却在回忆录中说,其实那位先生根本用不着担心,因为玻尔多次到过英国,和各种高层人士有过往还,他当然懂得这种礼节。

鲁道耳夫·派尔斯的照片也存放在玻尔文献馆的"罪犯档案"中。他本来在德国,后来到英国伯明翰大学当了教授,第二次世界大战以后被封为爵士,晚年著有回忆录《候鸟》一书。

他在书中评论卡斯密尔说:" 他是非常聪明的,但是,作为聪明的理论家,他又是一个例外,因为他是正常的——他永远高高兴兴,擅长多种语言,而且在每一方面都和那些心不在焉的教授形成鲜明的对比。"书中记载了卡斯密尔的一段逸事。在 1947 年,在伯明翰开了一次学术会议。会议期间,大学当局设宴招待与会者,由副校长主持。在宴会以前,副校长

说这只是一次不拘形式的聚会，不发表演说，只向大家表示欢迎就是了。但是，真到了宴会开始时，他的欢迎致词却滔滔不绝，越讲越多，事实上成了一篇正式的演说。怎么办？校长的秘书就坐在派尔斯旁边。他和派尔斯悄悄商量说，照理来宾应该致答词，但是临时准备也来不及了。派尔斯说，不用担心，我来给你一个惊喜。于是他走过去和卡斯密尔打了个招呼。副校长讲完话刚刚坐下，卡斯密尔就站起来用"完全纯正的英语"（而不是他取笑过的那种"结结巴巴的英语"，即B.E.）致了一篇完全适合当时场合的答词。

确实，宴会上的答词要致得漂亮而得体，往往是很不容易的事。罗森塔耳曾经给我讲过一个很有趣的故事。英国科学家阿普顿爵士（Sir E.V. Appleton）因研究高空大气的物理性质并发现以他命名的电离层而获得了1947年度的诺贝尔物理学奖。当他到瑞典去领奖时，许多单位请他去演讲，并设宴招待。瑞典人比较拘泥礼节。在那种郑重其事的宴会上，被宴请人照例要在宴后致谢词。此事使阿普顿感到不胜其烦，因为要准备一篇不落俗套而又恰如其分的"宴后谢词"通常是很不容易的。于是他就想出了一种聪明的办法。每当轮到他致词了，他就说，致一篇很好的宴后谢词是很不容易的，现在让我用一个故事来代替吧。那故事说，在古罗马时期，统治者常常强迫奴隶和猛兽决斗。有一次，有一头狮子特别厉害，在决斗中一连吃掉了九个奴隶，只剩下最后一个了。当狮子又来吃他时，那人走上前去对着狮子的耳朵说了一句话，于是那狮子非但没有吃他，反而垂头丧气地走掉了。看决斗的人们大为惊异，于是罗马皇帝就问那人到底对狮子念了什么咒语，并答应饶他性命。那个奴隶的回答是：当时我只对它说，"我是最后一盘菜了，你若吃了我，就得发表一篇'宴后谢词'。"

谈到宴会，我又想起另外一个故事来。1985年，我到美

国的伯克利参加过一次国际会议。会议结束时,要举行一次“闭幕宴会”(a final dinner,费用已在会前预交)。那其实只是一次简单的“自助餐”。那天傍晚,当我走去“赴宴”时,在路上遇到了波士顿大学的柯恩教授(Prof.Robert S.Cohen)。于是我们就一起走去。快到门口时,他悄悄地对我说:“The final dinner is a ‘last supper’。”(“这‘闭幕宴会’是一次‘最后的晚餐’。”)你若知道“最后的晚餐”的故事,自然就能体会到其中妙语双关的意味。

卡匹察的故事

在许多前苏联物理学家中，卡匹察是和所谓资本主义国家的物理学界接触较多的一个人。关于他，也流传着不少趣闻。

1919年，苏联正经历着革命后的困难时期，卡匹察本人也处境颇惨。他的父亲在流行病中不幸亡故，他的两岁的长子因病夭折，他的夫人哀痛过甚，于产女时母女同逝。卡匹察本人的健康情况也很不好，朋友们都替他担心。

其时物理学家约非(A.F.Joffé)费了很大精力组织了一个出国代表团，试图和国外恢复科学联系，卡匹察被吸收参加了这个代表团。约非本来打算派他去爱伦菲斯特那里，但是荷兰不给他们签证，结果没有去成。

他们拿到了去英国的签证，对英国进行了参观访问，并于1921年7月间访问了剑桥，会见了卢瑟福。出国之行使卡匹察的身心受到了裨益，健康得到了改善。他表示希望留在卢瑟福的实验室中工作一段时间。但是起初卢瑟福的反应并不热烈，他表示实验室中已经人满为患，不能再增加人了，而且据说他还表示，他不能容许别人在他的实验室中宣传共产主义。于是卡匹察问卢瑟福，您做的实验有多大误差？卢瑟福说有2%～3%。卡匹察说，您的实验室中大约有30个人，再增加我一个也超不出您的实验误差范围。这种机警的论证打

动了卢瑟福，于是他就接受了卡匹察。本来的计划是让卡匹察在剑桥工作半年，但是事情的发展却使他在那里工作了13年，而且若不是前苏联政府的无理阻挠，这种双方有益的合作本来是还要继续下去的。

卡匹察到剑桥后不久，就做出了很好的工作，引起了卢瑟福的注意。从那以后，他越来越得到卢瑟福的器重，成了卢瑟福最得意的几个门弟子之一。他在剑桥组织了“卡匹察俱乐部”，成员包括狄喇克、考克劳夫特（John D.Cockcroft）等等，20世纪许多最有名的科学家例如玻尔、海森伯等人都在该俱乐部中发表过演讲。

人们议论说，卡匹察不但是一个很好的物理学家，而且是一个优秀的设计师。他想出了一种办法，可以把当时所能达到的最高磁场强度提高很多。这种设计使卢瑟福是那样地感兴趣，以至在他的推动下为卡匹察建立了一个专门的实验室，即有名的“蒙德实验室”。本来，卢瑟福的许多极其重要的实验都是用非常简单、非常便宜的仪器做成的，人们把这种实验称为“封蜡加悬线”的实验。但是，要产生尽可能强的磁场，只用“封蜡加悬线”是绝对不行的，必须动用相当复杂的设备。因此人们说，蒙德实验室的建立，标志了剑桥的物理研究工作从“封蜡加悬线”到“大物理学”的过渡。（“大物理学”是二战以后出现的一个名词，主要是指大型加速器的研究基地。）

在蒙德实验室的墙壁上，装饰着一个“鳄鱼”的浮雕像；甚至实验室大门的钥匙，也在柄上做了一个镀金的鳄鱼。卡匹察正是要用这种方式来表示他对卢瑟福的感谢，因为他到剑桥后不久，就给卢瑟福取了一个外号叫“鳄鱼”。当时卢瑟福手下的得力助手是杰姆斯·查德维克（James Chadwick），人们叫他“小鳄鱼”。

鳄鱼雕像在实验室墙壁上的出现，曾引起过人们的一些

议论。关于“鳄鱼”这个外号的由来，人们也有一些不同的说法。卡匹察在多年以后(1951 年)曾经说过：“在俄国，鳄鱼是一家之父的象征，而且永远是受到尊重和敬畏的。因为它有一个僵硬的脖子，不能回头。它只能张着大嘴，一直向前——就像科学家那样，就像卢瑟福那样。”

有些幼稚的“科学史家”认为，既然是卡匹察亲口说的，当然就是最可靠的了。其实这也未必尽然。历史人物说的话，绝不是句句可靠的。这倒不是说他们都在骗人，而是说任何人的记忆都会受到当时当地的许多现实条件的影响，通常是和他从前的想法不完全相同的。玻尔在纪念卢瑟福的演讲(1958 年)中曾经提到：“但是，外壁上的一个鳄鱼雕像却引起了议论；只有当提到关于动物生活的特定俄国民间故事时，这些议论才归于平息。”在这里，玻尔是回忆的当时情况，而且他的态度想必是更加客观的——不必考虑别的影响，而上面所引的卡匹察解释却没有涉及什么“俄国故事”，可见并不是当时人们所听到的那种解释。

有人说，俄国某作家的一首著名的童话诗叫做《鳄鱼》，这就是卡匹察当年提到的那个“民间故事”。然而这也只是一种猜测，并无旁证。

也有一位当年属于卢瑟福集体的物理学家曾撰文指出“鳄鱼”之号起源于一本著名的儿童故事《彼得·潘》(或译《潘彼得》)。在那本书中，一群孩子设法使一只凶恶的鳄鱼吞下了一只闹钟。当鳄鱼走近时，孩子们听到它肚里闹钟的“滴答”声，就可以赶快逃走。在开文迪什实验室中，卢瑟福谈话声音很大，离很远都能听到。因此，如果当时有谁在偷懒，听到他的谈话就可以赶快恢复工作，就如同孩子们听到鳄鱼肚子里的闹钟“滴答”声一样。可以认为，这是“鳄鱼”一名的最说得通的解释。卡匹察在 1921 年 10 月 12 日给他母亲的信

中写道:"当卢瑟福教授看见我并问我工作进展得怎样时,他越来越高兴地和我打招呼了……但我还是有点怕他。我工作的地方几乎就在他隔壁。这是挺糟糕的,因为我抽烟时必须多加小心。如果被他看见你嘴里叼着烟斗,那可不得了。但是谢天谢地,他走路很重,从而我远远地就能听到他的脚步声。"又过了一段时间,在10月25日,他就在给母亲的信中第一次提到把卢瑟福叫做"鳄鱼"了。

卡匹察的续弦夫人曾经坚持说,所有这些解释都是无稽之谈。她认为,事实上只是当卡匹察刚到开文迪什时感到对卢瑟福很害怕,所以就选了一个最吓人的外号来称呼他。但是这种说法也很难让人相信。第一,卡匹察绝不会真对卢瑟福那么害怕。第二,比鳄鱼更可怕的东西还多得很,例如眼镜蛇,但是谁也不能相信卡匹察会把卢瑟福叫做"眼镜蛇"——"鳄鱼"这个外号其实还是亲切地开玩笑的意思。

卢瑟福脾气直爽而急躁,有时说别人是"笨蛋"或"蠢驴",当时他手下那些人都不敢轻易和他开玩笑(但是他们都很爱他)。只有卡匹察有时故意逗他。1922年,卡匹察发表了他的关于α粒子能量测定的论文。他在送给卢瑟福的论文抽印本上写道:"希望此文能使卢瑟福教授相信,作者是到开文迪什来做科学工作的,而不是来搞共产主义宣传的。"卢瑟福见了很生气,就把论文退还给他。想不到卡匹察早已准备好了另一篇没有这种题字的论文,立即拿出来送给了卢瑟福。现在那份被退还的论文倒成了很有意思的史料。

1923年,开文迪什实验室有一个"克勒克·麦克斯韦奖学金"的名额,按规定每年发给750英镑,共发三年。在当时,这是很优厚的金额,而且是获奖者的很大荣誉。卢瑟福属意卡匹察,但是卡匹察一直没有申请。到了期限的最后一天,卢瑟福把他叫了去,问他为什么不申请。卡匹察说,他自己的经济

情况还过得去,因此愿意把奖学金让给英国的朋友。卢瑟福告诉他,布莱开特(P.M.S.Blackett)已经申请了。卡匹察说,他相信布莱开特更需要这份奖学金。在此以前,卡匹察曾和布莱开特闹了一点小意见。听说布莱开特已经申请,他就更加不想申请了。事实上,卢瑟福曾给卡匹察保留了这份奖学金,为此他拒绝了一些申请者。卡匹察终于没有申请,这甚至使卢瑟福生了气。但是这种气当然生不长久,过不了几天,卡匹察自然会把他哄欢喜的。

这件史实很值得我们学物理的以及所有的青年学生们好好借鉴,学习伟大的科学家们如何对待金钱和荣誉。几年以前,在美国发生过为了区区 1 000 美元的奖学金而枪杀四位教授的事。那在笔者求学的 40 年代也是不可想象的!

且说在卡匹察留学英国的 20 年代,英国有一位非常著名的天体物理学家,那就是阿瑟尔·爱丁顿(Sir Authur Eddington)。例如,在幽默剧"哥本哈根《浮士德》"中,此人被表现为三位"天使长"之一。有一天,有一位教士在卡匹察家中吃饭,在谈话时提到了爱丁顿。那位教士问道:爱丁顿是谁?卡匹察说,他是一个对天上的事情知道得比你更清楚的人。(天体物理学家研究天体,教士谈论天堂,所以都"知道"天上的事情。)

许多外国人喜欢喝红茶(英文叫 black tea,即"黑茶"),往往在茶中加糖(和牛奶)。放上糖后,就用很小的勺子搅动。于是卡匹察就编了一个取笑"理论家"的笑话。说的是有两个理论物理学家坐在一起喝茶。其中一人对另一人说:"我不知道使茶有甜味的是什么,是糖呢还是'搅'?"他们讨论了许久,还是不得要领,因此就去问大物理学家朗道。朗道说:这个问题我能够解决,但是要一定的时间,你们明天再来问吧。第二天,他们当然又去了。朗道对他们说:问题已经弄明白了,使

茶有甜味的是“搅”。他们说，不放糖行吗？朗道说：真笨！不放糖还“搅”什么！

后来卡匹察在前苏联当过科学院的“物理问题研究所”的所长。他和行政领导常常发生冲突。上级领导要他制订研究所的财务计划，他认为用不着。他尤其反对那些烦琐的报表，认为那些玩意儿对科学研究工作来说，就像“医生给病人开出一年以后才会用到的处方”那样。

他曾说：“当你欣赏一张伦勃朗的名画时，难道你心中所想的能够只是他作画时用掉的画布和颜料共值多少钱吗？”他强调，科学和艺术的文化价值是不能用金钱来估计的。他喜欢说：“牛顿的研究导致了万有引力的发现，你认为应该拨给他多少经费呢？”

这些看法自然都是科学史上颠扑不破的真理，然而这些当然是不会被官僚主义的或只重视规章制度的干部们所承认的。据说卡匹察和上级领导的争论，一直反映到了当时的“人民委员会”。结果卡匹察一度得到特许，可以按照他自己的办法管理研究所。后来他曾得意地说：“最后我们的研究所就订出了一种简化的财务制度，这种制度使所长能免于每天的那些麻烦和没完没了的工作之间的‘结合’。例如，在新制度下，研究所只聘了一名会计，而且当我们人手不够时那个会计还要帮着我们操作仪器、记录数据和进行测量，而这对有效而正常地运作是大有好处的。”当然，他的这种办法只是一个特例。但是过多的外行行政人员的介入，那些人员的过大的“决定权”，必然会影响乃至摧毁一所大学或一个研究所中的科学创造力的正常发挥，而使那所大学或研究所变成一个只能死气沉沉地进行毫无意义的例行公事的地方。这实在是一种悲剧现象。

1946年，由于很复杂的原因，卡匹察被解除了“物理问题

研究所"的所长职务。他退居乡下,在自己的家中继续进行了理论的和实验的物理学研究。当时他的朋友们把他的住处称为"物理问题茅屋"。在俄文中,"茅屋"和"研究所"这两个词的第一个字母是相同的。因此,"物理问题研究所"和"物理问题茅屋"的名词缩写也完全相同。在"物理问题茅屋"中,卡匹察写了一些具有国防意义的论文。这些论文曾经保密了很久,直到人家恢复了他研究所的所长职务以后才公开发表。那些论文的价值也是无法按金钱来估算的。

由于他"在低温物理学领域中的基本发明和基本发现",卡匹察和另外两位物理学家合得了 1978 年度的诺贝尔物理学奖,卡匹察获得奖金的一半。

擅长思考的鸥鹉

在比爱因斯坦和玻尔晚一辈的理论物理学家中，英国的狄喇克是一个很有特色的人物。玻尔曾经评论他，说他是最纯正的理论物理学家。



图 28　P.A.M. 狄喇克

狄喇克的父亲是英国的瑞士移民，在英国一个学校里教法语。他对自己的儿子要求很严，在家中只许儿子讲法语。这就养成了狄喇克沉默寡言、耽于思考的习惯。他本来在大学中学的是电机工程。毕业以后因英国经济衰退而没有找到工作，于是又改学了物理，后来在量子力学和量子场论中作出了重要的贡献。因此人们说，假如当年狄喇克找到了电机工程师的职位，那对量子物理学来说将是多大的不幸啊！

狄喇克在受聘为剑桥大学的教授时，曾得到玻尔的推荐。后来有一次，玻尔见到了剑桥的老权威 J.J. 汤姆孙

(J.J.Thomson),就问他对狄喇克的印象如何。于是汤姆孙就讲了关于鹦鹉的故事。有个人从宠物商店买了一只鹦鹉。拿回家后,因为到了一个陌生的环境,那鹦鹉几天不肯开口讲话。于是那个人就拿了鹦鹉到商店里去退货。商店的老板问明了原因,就道歉说:"对不起,是我搞错了。我以为卖给您的是一只能说会道的鸟儿,没想到它其实是一只擅长思考的鸟儿!"

朋友们描述的狄喇克,类似我国人所说的"慢性子"。这方面的故事也很多。

英国人见面时互相打招呼,常常谈到天气。有人讽刺说,他们爱谈天气,正是因为他们"没有天气"(意谓伦敦等地的天气常常很坏)。其实谈天气是一种最恰当的问候方式,若像某些中国同胞那样直眉瞪眼地问别人"到哪里去"、"去干什么"或"吃饭了吗"等等,就有打听别人私生活的意味,在外国是不合适的。且说梅拉(J.Mehra)曾经谈到,当他在 1955 年第一次见到狄喇克时,为了表示崇敬,就谈论天气说"今天风真大"。狄喇克没有说话,也许他正在想什么问题。过了好一会,他才走过去,打开门看了看,然后说,"风是不小。"15 年后,梅拉又对狄喇克提起了他们初次会面时的这种情景。狄喇克说:"梅拉,我不知道当时为什么那样做,因为当你说话时我一定已经知道风很大,除非是我进屋以后风变小了。"

著名理论物理学家维格纳(Eugene Wigner)和狄喇克是至亲,他的妹妹是狄喇克的夫人。有一次,他们两个和另一位朋友一起吃午饭。在餐桌上,人们谈到了科学、社会等等问题,而狄喇克则什么话也没有说。后来维格纳问他为什么不说话。他说:"世界上愿意说话的人总是比愿意听话的人多。"

在他的晚年,狄喇克住在美国的迈阿密。有一次维格纳到迈阿密去看他。他让人去接,怕维格纳找不到地方。后来

维格纳说:“我从匈牙利来到美国都没有迷路,到你这里来怎么会迷路?”狄喇克说:“那时你有的是时间,而现在时间却不是那么多了。”

在一次哥本哈根座谈会期间,大家聚在玻尔家中听音乐。在场的有刚结婚不久的卡斯密尔夫妇,还有爱“捣乱”的朗道。听着音乐,朗道就开始做鬼脸、出怪相,不肯安静。当音乐停了时,狄喇克就走过去细声细语地对朗道说:“道,如果你不喜欢这音乐,你为什么不到外边去?”朗道马上胡搅蛮缠地说:“是呀,我本来是要到外边去的,但是卡斯密尔夫人也不喜欢音乐,我叫她和我一起出去她又不肯,她为什么不到外边去?”狄喇克慢条斯理地说:“显然是因为她宁愿听音乐也不愿和你一起走。”这一句话堵住了朗道的嘴,而朗道的嘴通常是很难堵住的。

狄喇克和一个朋友一起散步。那人的衣袋里不断发出一种哗啦声。他解释说:“对不起,我的衣袋里有一瓶阿斯匹灵药片,我感冒时就吃几片。”狄喇克考虑了好一会,最后他说:“我想刚好有半瓶时响声最大。”后来派尔斯曾经评论说:“他的思想方式和别人的大不相同,他的想法常常出人意外。但是他一旦讲出来,我们就会觉得那显然是看待问题的一种正确方法。这就是他的物理学给我们留下深刻印象的地方。”

有一次,狄喇克和比他大一岁的海森伯一起乘船从美国去日本。一天晚上,海森伯参加了船上的跳舞会。后来狄喇克问他道:“海森伯,你为什么要跳舞?”海森伯说:“喏,当那里有些挺好的姑娘时,跳舞就是一件乐事。”狄喇克考虑了足有五分钟,然后问道:“海森伯,你事先怎么知道那些姑娘是挺好的呢?”

狄喇克对事物的观察是特别仔细的。他和一位物理学家在湖边散步。那人数了数湖上的水鸟,说是共有 14 只。狄喇

克说:“15 只,因为我看到有一只钻到水里去了。”另一次,人们在玻尔家的大厅中看一幅现代派的绘画。那上面有一些白色的卵圆块,旁边有些红点。那代表的是一些白鸡,红点是它们的鸡冠。有一个人数了数,说画上有 9 只鸡。狄喇克说:“8只。”于是从头另数。数到第 9 只时,那是在边上的一只,画上只有白色的身体而没有红冠子。因此狄喇克说:“我想那是一只鸽子。”

洛仑兹和克喇摩斯

我曾经看到一幅漫画。画上有几个干部正在拟订房屋分配方案,漫画的标题是"一盘永远下不完的棋"。此画使人感触甚深!即以下棋为喻,那棋手的技艺便大有高低之分。低手下棋,必然下出许多"臭招儿"。尤其是,许多棋手的棋德太缺,那就更加一言难尽了。

荷兰伟大理论物理学家洛仑兹(H.A.Lorentz),在19~20世纪的交替时期曾被人们看成物理学界的泰斗。例如,在物理学史上很有名的定期在比利时首都布鲁塞尔召开的"索耳威国际物理学会议",一直由洛仑兹任主席,直到他逝世。在第三届会议的报告书中,收有玻尔的一篇关于"对应原理"的报告。玻尔写文章向来是改了又改,越改越长,因此这篇报告的稿子就迟迟未能完成。(玻尔因劳累过度,健康受损,没有参加那次会议。)当玻尔因为此事感到不安时,他的好朋友保罗·爱伦菲斯特曾经写信安慰他说(大意):不必担心,洛仑兹不会真正生你的气,最多像对他的因爬树而磨破了裤子的小儿子一样对你板一板面孔……由此可见洛仑兹当时的学术地位是何等的崇高了。

但是,在鼠目寸光的事务人员面前,多伟大的学者也难免受气!洛仑兹一生主要搞的是理论物理学,他在(莱顿)大学中没有自己的实验室。到了晚年,由于工作的方面甚多,他很

希望增加一间工作室。但是,他不愿意为此事而主动提出要求(即我国所说的“申请”),而负责房屋管理的人们(那些“棋手”)也一直没有考虑到他的实际需要——尽管他有着那么高的国际威望。此事使洛仑兹甚感遗憾,但是他除了偶然和家里人谈起以外,直到逝世也不曾向任何人抱怨过。

必须说明,莱顿大学那些没有体谅洛仑兹的实际需要的人们,其实也是一些正派的学者。他们只是因为对实验考虑得过多而对理论工作者理解得太少,才做出那种给洛仑兹造成了终身遗憾的事(“臭招儿”)来。

克喇摩斯是玻尔的第一位科学助手,玻尔对他十分赏识,评价甚高。他和玻尔合作十年,人们认为他是物理学中少见的“全才”。许多人认为他应该获得诺贝尔奖,但他一直没有得到,也从来不曾感到委屈。据说直到他逝世以后,他的夫人(性情直爽的丹麦人)还因此事而替他感到遗憾!

洛仑兹年老退休后,莱顿大学的教授职位由爱伦菲斯特继任。爱伦菲斯特在1933年自杀后,他的职位由克喇摩斯继任。说也凑巧,克喇摩斯抄了洛仑兹“旧卷”,遇到了同样尴尬的“棋局”。就是说,他在晚年同样感到很需要增加一间工作室,同样不肯主动“申请”,同样没能得到有关“棋手”的照顾,同样隐忍终身,没有向家人以外的别人表露。

这两件如出一辙的史实说明了莱顿大学分房人员的低劣“棋技”,也显示了荷兰学者的气度和雅量,反映了他们的内向性和坚忍力。当然并不是说所有的荷兰人都有这样良好的修养,例如也是在荷兰出生的犹太物理学家阿布拉罕·派斯就不是这样的人。但是,无论如何,像洛仑兹和克喇摩斯这样的人物还是有一定的代表性或典型性的。在中国古代,所谓“喜怒不形于色”,也是常常被人称道的一种有修养的深沉表现,而感情过于外露则被认为是一种轻浮幼稚的浅薄表现。元代人

倪瓒(倪云林)名列元代四大画家(倪瓒、黄公望、吴镇、王蒙)之首,被人尊称为倪高士。他曾经受到一个混账地方官的折辱,但是后来他却绝口不谈那件事,并不表示任何的愤慨。人家问他为什么,他说:“一说便俗。”此事也传为美谈。

当然话又说回来,如果“分房权”完全掌握在一些极其卑鄙的坏蛋手中,而所有知识分子都像洛仑兹那样忍气吞声,那却正中了坏蛋“棋手”们的诡计,那也不是好办法!

三人尝醋的故事

这个故事不见于玻尔本人的著作，而见于别人所写的关于玻尔的文章，据说是玻尔对别人讲过的。

故事说，有三位学者，一位是悲观主义者，一位是儒家学者（孔夫子主义者），还有一位是道家学者。他们共同尝了尝醋，然后发表意见。悲观主义者说："其味苦。"儒家学者说："其味酸。"道家学者说："其味爽（refreshing）。"

故事本身很有意思。醋本身是一种客观存在，不同的人去尝它，由于受到自己主观思想的影响，就得到不同的感受。

这个故事后来出现过一种错误的"版本"。在一本"玻尔传"中，三位尝醋的学者被确定成了"孟子、孔子和老子"。这就完全不对头了。孟、孔、老三人不同时，不可能在一起尝醋。如果设想他们在若干年的时间内分别尝醋，则此事的趣味性将会大减，而其启发性也将随之而大减。尤其重要的是，孟子是儒家学派的"亚圣"，他是孔子的忠实追随者，在某些方面比孔子还要积极，因此他根本不是什么"悲观主义者"。

这个故事中既然谈到儒家和道家，它是否有什么"中国根源"呢？这话要看怎么说。儒家和道家本身当然是起源于中国的，但是故事本身却不一定。例如，《一千零一夜》中有些故事提到"中国"，安徒生的童话《夜莺》中谈到"中国皇帝"，但是那些故事的内容显然不是在中国可能发生的事。因此，外国

讲的“中国故事”，不一定真正起源于中国，而更多的可能是外国人假借了中国的名义而创造出来的。

就以这个尝醋的故事来说，就我们所知并不见于中国的任何古籍。因此，假如真有一本古书上记载过这样的故事或类似的故事，那本书必然是很偏僻而少见的，从而玻尔本人或把这个故事讲给玻尔听的人看到那本书的可能性也是很小的。

另外，故事的内容也有一点不对头的地方。原文中的“爽”(refreshing)字是爽口痛快的意思。一个道家学者，应该崇尚“自然”而轻视“人欲”。不用说尝一口醋，就是喝一杯可口可乐，他也不可能或不应该那么高兴地感到 refreshing 的。道家的经典著作《老子》中有句话说：

> “五色使人目盲，五音使人耳聋，五味使人口爽。”

其意思是说：太多的颜色会使你眼花缭乱，太多的声调会使你听不清楚，太多的味道会使你分辨不出好吃难吃。在这儿，“盲”、“聋”、“爽”三字并列，都是知觉感官受到扰乱的意思。特别说来，这里的“爽”字绝无“爽快”(refreshing)之意；译成英文，或许应该写作 spoiling(败坏)。因此，故事的原本也对“道家”思想有所曲解。

因此，遇到这种情况，最聪明的办法是把故事只当作“故事”听，不要牵强附会地谈论它的“起源”，更不要张大其词地捏造它的“意义”，否则你的努力也只会得到 spoiling 的效果！

两种真理

当年在玻尔的研究所中，流传着所谓“两种真理”的说法。

人们说，世界上的“真理”有两种。一种是“明摆着的真理”；这种真理是谁都不能不承认的，例如 1 + 1 = 2。（这里不谈抽象代数学中的可能性。）另一种真理是“深奥的真理”；和“深奥真理”相反的说法也是“真理”，因此人们就常常纠缠不清了。

这种论调的出现，和当时量子力学论战的情况有关。当谈到某些量子问题的“物理意义”时，人们往往抱有相反的观点，而那些相反的观点又似乎都各自有它的道理，于是人们就很幽默地创造了“两种真理”这个概念。这和我国俗话所说的“公说公有理，婆说婆有理”有点相像，但也并非完全相同。

当年狄喇克曾说，一件研究工作只能解决一个主要问题，不可贪得太多。许多理论物理学家都认为这是经验之谈，是“真理”。海森伯也分析道：玻尔是凭着他那过人的“直觉”来搞物理学的，他“猜测”各种东西，不经过（数学的）证明就敢发表，而他所“猜”的东西毕竟还是对的；另一方面，别的人则搞许多理性化和计算。但是泡利却既要搞直觉的认识，又要同时搞理性化；甚至对泡利那样的天才人物来说这也是一种太重的任务。这就使得泡利一生发表的文章较少。海森伯认为，假如泡利能够放掉一头，专攻一项，他所取得的成就大概

就会更大得多。

这样说来，海森伯是赞成每次只解决一个主要问题了。然而不然，他说那种主张也是一条“深奥的真理”。而且他讲了一个故事。他小时候，有一次要用一块木板把一口箱子封闭起来。刚钉了一个钉子，他祖父就走过来说不是那样钉法。祖父教给他，先不要把每一颗钉子敲到底，而是把每一颗钉子都敲进去一点点，等箱盖的位置固定了以后，再把各颗钉子逐个敲进去。于是海森伯就认为，“不应该每次只解决一个困难，而必须同时解决多个困难”，这也是一条“真理”。

我们知道，泡利是一位个性很强的人物，许多人（包括玻尔）很喜欢他，也有人很不喜欢他。有一次，派耳斯对一位物理学家说：“归根结底，泡利是一个好人。”但是那位物理学家却说：“这也是一条‘深奥的真理’。”

玻尔和火柴

中国的火柴盒基本上只有一种规格,大小差不多。外国(丹麦等国)的火柴盒则有大有小,其小盒略如中国的火柴盒,而其大盒则比小盒大好几十倍,略如一本厚厚的英文辞典。

玻尔文献馆中有一本照相簿,上面的照片都和玻尔的烟斗有关。因为玻尔在中年以后常抽烟斗,人们流传着许多他和烟斗的故事。文献馆中还藏有他的一个烟灰缸,用木头制成,有一个小脸盆那么大,那是研究所同仁们自己在机工车间中制造了送给他的生日礼物。还有一个"烟斗架",可以摆放十来个烟斗,我拍有照片。

人们传说,玻尔平时烟斗不离手。但是他点燃了烟斗以后,往往因为和别人交谈或自己思索而忘了吸烟,于是等他想吸时烟已灭了,需要常常地重新点燃,因此,他的火柴就用得很多。有一次,他在花园里和人谈话,烟斗的斗忽然掉到地上去了,他没有发觉,人们也不告诉他,等着看他划了火柴去点烟斗杆儿时的那种尴尬相。

第二次世界大战刚刚结束时,欧洲各国的物资都很缺乏。瑞典是以出产火柴闻名的,但当时规定外国侨民出境时限带两盒火柴。玻尔到瑞典去开学术会议。回国时大家在海关前等着他一起出关。好不容易把他等来了。他却又想起没有买那两盒允许带走的火柴。急急忙忙地买了来,出关时又被海

关人员不准带走。因为，按照规定，允许带的是两小盒火柴，而玻尔买的却是两大盒。当然最后经过商量，火柴还是带走了，不管怎么说玻尔还是有面子的。

正因有这许多"火柴故事"，当玻尔过 70 岁生日时，除了别的礼物以外，朋友们还送给他 70 大盒火柴。在图 29 中，我们可以看到那些摆得整整齐齐的火柴盒子。图中前排从左向右，是玻尔夫人、玻尔、他们的二儿媳安·玻尔、他们的次子汉斯·玻尔。



图 29　玻尔和 70 大盒火柴

专家和哲学家

玻尔关于“专家”和“哲学家”的定义是很有趣的。这种定义用英语说出来很像“绕口令”，用汉语说出来不太容易懂，因此需要适当地解释一番。

玻尔认为，人们研究学问，必先有一个研究领域，即被研究的“某种东西”。关于这种研究对象，你知道一些情况，即“某种东西”。因此，一般的学者是知道“某种东西(对象)的某种东西(知识)”，即“something of something”。

随着研究的专门化，研究的领域将越来越小，变到极限就成为零；于是第一个“某种东西(对象)”就变成了“没有东西”。与此同时，专家的知识越来越多，变到最后就成为全部知识，于是第二个“某种东西(知识)”就变成“一切东西”。因此，一个“专家”就是知道“没有东西(对象)的一切东西(知识)”即“everything of nothing”的人。换句话说，“专家”的知识极端丰富，但是他的研究对象已经缩成一点，变成了“没有”。没有对象的知识当然是没什么意义的了。

相反地，“哲学家”志在研究世间的万事万物，他的“领域”越来越广，变到最后就变成包罗万象，于是第一个“某种东西(对象)”就变成了“一切东西”。与此同时，随着研究领域的扩大，研究者对于每一事物的了解将越来越少，变到极限就成为毫无了解，于是第二个“某种东西(知识)”就变成“没有东西”。

因此,一个“哲学家”就是知道“一切东西(对象)的没有东西(知识)”即“nothing of everything”的人。换句话说,“哲学家”虽然自以为研究一切东西,但实际上他们对任何东西都完全无知。这显然是对“哲学家”的辛辣讽刺。

我们知道,玻尔在青年时期曾对哲学很感兴趣,他那时甚至曾经打算写一本专书来阐述自己的哲学观点(后来没有写成)。到了后来,他的任何一篇学术论文也都到处流露着“思想性”,而绝不是那种就事论事的“劈毛机”(外国人把科学家称为“劈毛机”,hair-splitter,以讽刺他们钻牛角尖)式的作品,而其中一些论文干脆就是“哲学”论文,而不是正式的物理学论文。他在 1927 年在意大利的科莫市发表的“科莫演讲”,第一次在当时理论物理学界的许多重要代表人物面前正式提出了互补性这一概念,而他的得意弟子泡利在写给他的信中对他表示了“祝贺”,因为他在这篇演讲中“完全忘掉了物理学”。我们也知道,互补性思想后来成了解释量子力学意义的最有势力的哲学思想,而且在玻尔的多年努力下发展成了一门独创的、与众不同的哲学。

那么,玻尔为什么会对“哲学家”下那么一个讽刺性极强的定义呢?那是因为许多的“专业哲学家”使他太失望了。自从海森伯的测不准原理和玻尔的互补性思想问世(1927 年)以来,全世界不知有多少“哲学家”对这二者发表了评论。然而,在这些浩如烟海的所谓评论中,真正能理解玻尔思想的本意的实在是少而又少。有些人,包括哥本哈根大学的某一哲学教授,大言不惭地声称玻尔的思想是“完全错误的”,而其实他们自己根本不懂量子力学是怎么回事,从而也就绝无可能稍微理解玻尔思想的真谛。他们用习见的、陈旧的观点去体会玻尔的思想,当然越想越想不通。把自己不懂的东西说成“错误”,这也是人类的一种坏习惯。早在我国唐朝,大文学家

韩愈就用“入主出奴”的说法来表示过这种习惯了。大约十年以前,有一位在加拿大学科学哲学的中国留学生在来信中告诉我,他的导师某教授认为,玻尔“犯了一个错误”,因为他(玻尔)把时间变数 t 看成了“算符”,所以才有时间-能量的测不准关系式。据说该教授打算写一篇文章来批评玻尔的这一“错误”。这其实是天外奇谈,充分表明了那位教授的无知。事实上,当海森伯量子力学刚刚出现以后,狄喇克就提出了 c 数和 q 数的理论。在某种意义上,狄喇克可算是玻尔的学生。那么,作为老师的玻尔,怎么可能不知道参数 t 是 c 数而不是 q 数,而还要等六七十年后的“聪明人”来给他指出呢?

即使是全心全意去认真体会玻尔的思想而且熟悉量子力学的人,也往往因受各种先入为主思想的影响而作出和玻尔思想背道而驰的结论。前面提到过的卡尔·外才克尔便是典型的例子。

由于玻尔受到的误解太多,他对“哲学”界感到失望。在谈论互补哲学时,他常常声称不打算用“学院式”的哲学方式来分析所涉及的问题,因为他对那种方式缺乏必要的训练和知识。他曾对他的得力助手罗森菲耳德说,他处理那些问题,完全是“单枪匹马地”(single-handedly)。这等于说,“道不同不相为谋”,他的思想和“专业哲学家”全不相干。他不是鄙视哲学本身,而是讨厌那些夸夸其谈的、强不知以为知的哲学“家”。有一次,在和他的助手私下交谈时,玻尔宣称他得到了一个发现,一个“重要的发现”,那就是,“专业哲学家”所说的话,每一个字都是绝对错误的。当然,这也只是他的一时感触,不能把它看成“批判”的依据。

附带提到,在 1998 年 8 月间,有位朋友写信来告诉了一件不无兴趣的事。她说,丹麦奥登塞大学的哲学教授大卫·否尔霍耳特(David Favrholdt)刚刚出版了一本通信集。在其中

的一封信中,提到了发信人和收信人的一个共同的中国友人。现为尊重个人隐私起见,把原信中那位中国人的名字用 KK 来代替。承敝友盛意,把那几句丹麦文译成了英文:

> "I didn't know that you knew KK. He is unbelievably kind and honest, and know a lot of everything."

这几句话可以译成中文如下:

> "我不知道您认识 KK。他是难以想象地那样亲切而诚实的,而且也很博学。"

不过,英译者并非玻尔专家,而大卫却对玻尔的思想颇有研究。因此我颇怀疑"a lot of everything"这个词组是否译得准确,原文会不会是例如"many things of everything"(一切东西(对象)的许多东西(知识))之意。如果这种推测无误,则大卫是说他的中国朋友 KK 既非玻尔所定义的"专家"也非他所定义的"哲学家",而是比二者都更高明。这当然是很高的评价,那人听说后必当大有知己之感!

玻尔的“龙”

1988年冬天，我在玻尔研究所的玻尔当年的办公室中参加过一个座谈会。当人们谈到隔壁的小房间当年是玻尔的秘书贝蒂·舒耳兹女士的办公室时，玻尔文献馆的董事会主席温特(Winther)教授说，“那条‘龙’。”于是大家相视一笑。

外文中的dragon一词，通常在汉文中译作“龙”。然而dragon的意义和龙的意义其实相差很大。中国的龙是神物，变化莫测，能大能小，飞腾绝迹，能兴云作雨，为“百鳞之长”。而外国的dragon则只是一种凶恶可怕的怪物(monster)，没有中国龙的那些神通，顶多会喷火而已。不过，为了谈话方便，我们还是用“龙”字来代表dragon一词吧。

在外国的童话或神话中，某种宝藏或宝物常有恶龙守护。男主角(王子或某一得天独厚的勇士)为了救他的意中人(公主或其他美女)必须得到那宝藏。但是为了得到那宝藏，他必先战胜那条守护着的龙。于是就出现许多离奇的情节。

自从玻尔的研究所刚刚成立，一直到玻尔逝世为止，秘书舒耳兹女士一直守护了玻尔，替他挡住了许多不必要的或很讨厌的外界干扰。例如，有人说，当玻尔在1922年获得了诺贝尔奖时，许多正直的和不那么正直的人都纷纷来请求他的资助。据说多亏了舒耳兹女士(和玻尔夫人)的适当保护，玻尔才没有把所得奖金中的“最后一个克朗”都送了别人。

舒耳兹女士在研究所中工作了四五十年,完成了许多重要的和有时是艰难的工作。她性情直爽,意志坚强,对玻尔和研究所忠心耿耿。她的名字已经和研究所不可分割地联系在一起。研究所中一个房间的门上,至今还保留着她的姓名。当年和她有过接触的科学家们,多数人都对她充满了敬爱。例如派斯,曾在一篇文章中说她是一位“可敬畏的”(formidable)女士,而他又在另一篇文章中说玻尔夫人是一位“可敬畏的”女士。可见在派斯的语汇中,“可敬畏的”一词是一个高度称赞的形容词。

当然,由于性情过于直爽,不太注意“方式”,舒耳兹似乎也触怒过一些人。我认识一位现已年近 90 的犹太女科学家,她就一直对舒耳兹女士怀恨在心,每次谈起来总是想方设法地贬低舒耳兹。很显然,个别人的这种不公正的、非历史的态度,并不能影响有识之士对舒耳兹的正确评价。

20 世纪 60 年代,美国人开展了系统地收集“量子物理学史档案”(AHQP)的工作。作为这一工作的一个重要部分,他们采访了八十几位当时在世的量子物理学家,对访谈内容进行了录音,整理成了文字记录。这一部分资料形成了美国“口头科学史”中的重要部分。舒耳兹不是物理学家,但采访组同样对她进行了采访。

当玻尔在 1919 年开始筹建他的研究所时,他当然需要一位秘书。别人向他推荐了舒耳兹女士,并约定了会见时间。在会见之前,舒耳兹也进行了一点准备。她会速记,懂英语,如此等等。但是在真正会见时,玻尔却没有问她这些东西,而只问她是不是对科学感兴趣。舒耳兹毫不掩饰地说:“我不知道科学是什么。”这样玻尔就录用了她。(也许正是由于欣赏她这种实话实说的态度。)

舒耳兹本来在另外一个单位工作,老板也很不错,但“并

不是每天都和她互道‘早安’”，而且工作很枯燥，上班时间也很长。到了玻尔这里，玻尔“每天早上”都和她握手致意，对她非常亲切而有礼貌，而且也非常体贴。例如，玻尔喜欢“现代派”的艺术，特别欣赏塞尚的绘画。在舒耳兹的办公室中，本来挂着一幅丹麦画家安诺森(Morgens Andersen)的画。有一天，舒耳兹对别人说，她不知道那里画的是什么，她觉得像是一些大卡车，绑在工厂的烟囱上。玻尔间接听到了她的意见，很快就让人把这幅画拿走了，因为他“听说舒耳兹女士不喜欢那幅画”。这件事反而使那幅画出了名，现在它挂在研究所的茶室中，我拍有它的照片。

当1921年玻尔的研究所刚刚落成以后，曾拍了一张合影(约在1922年)。那上面一共有八个人，其中至少有四个人不属于研究所的正式编制而是领取临时资助的来访者。因此，在开始时，研究所的正式成员最多也只有三四个人(很可能是只有玻尔和舒耳兹这两个人)。因此，舒耳兹女士可算是全研究所中资历最深的“元老”。至于某人津津乐道的另一位秘书海耳曼(Miss S. Hellmann)，则是在纳粹在德国掌权(1933年)以后逃到丹麦的难民，起初在玻尔家中当他的私人秘书，舒耳兹退休以后才接替她在研究所中工作了一段时间。任何史料收集者也不会考虑采访她的。

自从1935年玻尔过他的50岁生日时起，研究所就确立了一个传统。除玻尔的“整寿”(60岁、70岁的生日)应举行正式的庆祝活动以外，其他年份只拍一个全体人员的合影。拍照在每年的10月初举行。玻尔的生日是10月7日。如果那天是星期一，就在那天拍照，否则在那天以后最近的星期一拍照。玻尔在世时所拍的这种照片上，都是舒耳兹坐在他的身边——这也是理所当然的，因为她本来就是他的“守护龙”。

舒耳兹在接受AHQP的采访时说，研究所刚成立时像一



图 30　第二次世界大战以后，玻尔刚刚返回丹麦，骑自行车到研究所第一天上班时的情况，最右侧立者即舒耳兹女士

个家庭,后来逐渐扩大,变得像一个工厂了。当有人提到前苏联物理学家朗道时,她说还记得他:他当时穿了那样一件红衬衫,“像一个邮递员一样”。(按:丹麦的邮递员都穿鲜红的上衣,邮筒和火车也都是红的。)

街车上的谈话

从前人们说的“街车”，往往是指有轨电车，现在则多数已经改成公共汽车或无轨电车了——欧洲个别城市还保留着有轨电车。

玻尔的弟弟哈若德·玻尔(Harold Bohr)，年轻时曾是丹麦最好的足球运动员(后来成为优秀的数学家)，受到许多人的“追星”。有一次，他和母亲一起乘街车出门，后来他中途下车了。收票员没有看到他下车前和母亲打招呼，只发现了他是足球明星。于是就走过来对他母亲说：“太太，打扰您真不好意思，但是我忍不住要告诉您一件事：刚才坐在您身边的那个小伙子就是我国最著名的足球健将！”

附带说到：这个故事证明，那时哥本哈根的街车上还有收票员。(现在已经没有了。街车的司机兼管卖票和检票，乘客上车在自动打孔机上“打票”。)

有一个朋友告诉我另一个故事，据说是玻尔亲口告诉他的。当玻尔已经“誉满全球”时，有一次他在街车上听到两个人说悄悄话：“你看到对面坐的那个人吗？他就是足球健将哈若德·玻尔的哥哥！”——由此可见大物理学家不如足球明星那么惹人注意！

“像一个 Hund 那样地工作”

1997 年，德国物理学家腓特烈·洪德（Friedrick Hund）逝世了。他活了 101 岁。他生于 1896 年，当过玻恩的助教，可算是泡利和海森伯同一代的人，比爱因斯坦和玻尔晚了一代。他一生主要研究光谱学，也写过一本“量子理论史”，但该书写得太简单、太“爱国”。

相传洪德当年工作特别勤奋，不怕艰苦，得到朋友们的赞赏。因此当时在一些物理学家中间流行着一句谚语，说要“像一个 Hund 那样地工作”（to work like a Hund）。这句话有双关含意。Hund 可以是指洪德这个具体的人，也可以是指“狗”，因为德文中的“狗”就是 Das Hund，而且德文中的一切名词第一个字母都要大写。因此这句话可以理解为“像一位洪德那样地工作”，也可以理解为“像一只狗那样地工作”，总之是干活很卖力，因为洪德和狗都是勤勉的动物。

你们看，外文中的这种俏皮话是无法翻译的。

附带提到，哥本哈根的尼耳斯·玻尔文献馆中藏有“量子物理学史档案”的对八十多位知情人的采访记录（复写纸打字本），那上面有时就有洪德用德文写的评注。这也从一个方面表明了洪德的勤奋劲儿。

三代人论玻尔

派斯在他的“玻尔传”(即《尼耳斯·玻尔的时代》)中介绍了几个有代表性的人物对玻尔的评论。这些评论是很有见地的,和那些不明真相而只看表面的无稽之谈有着“本质的不同”。要理解物理学史,应该多听听懂物理的当时学者们的意见,不能只听新闻记者们的瞎嚷嚷就以“权威”自居!

派斯介绍的第一个评论者是马克斯·玻恩。他比玻尔大三岁,和玻尔是同一代人。玻恩和爱因斯坦的关系比他和玻尔的关系还要密切。但是他在1923年(爱因斯坦和玻尔分别获得了1921年度和1922年度的诺贝尔物理学奖以后)给格廷根科学院写了一封信,建议聘请爱因斯坦和玻尔为该科学院的外籍院士(这是认为爱因斯坦保有瑞士国籍)。在推荐玻尔时,他写道:“他(即玻尔)对我们时代的理论研究和实验研究的影响,比任何其他物理学家的影响都要大。”请注意,在1923年,海森伯的新量子力学还没出世,著名的海森伯-玻恩-约尔丹的“三人论文”当然更没有出世。但是,即使在那时,玻恩就已经认为玻尔对当代物理学的影响比包括爱因斯坦在内的“任何其他物理学家的影响都要大”了。玻恩是20世纪的伟大物理学家之一,他的意见应该不是随便乱说的。那是在20世纪20年代发表过的意见。但是,包括我在内的许多中国知识分子并没有听到过。因此,当我在80年代中期

在一所名牌大学中“讲学”时发表了同样的意见时，便遭到比我晚了两辈的一位学物理的“教务长”的反对。他没有举出论据，只是表示不同意我的观点。他显然认为，说玻尔的影响大于爱因斯坦的影响，那完全是我发了疯（get crazy）的结果——我们的“教务长”等等多么无知而傲慢啊！

派斯介绍的第二个评论者是海森伯。他是德国人，并以当德国人为荣。在某种意义上，爱因斯坦也可以算德国人。因此海森伯对爱因斯坦不会有什么种族偏见。另一方面，自从 1941 年的秘密会谈以后，玻尔和海森伯之间的感情隔阂一直没有缓解。但是，在玻尔逝世以后，属于玻尔的下一代的伟大物理学家海森伯却在他写的玻尔悼词（1963 年）中说：“玻尔对我们这个世纪的物理学和物理学家的影响，比任何别人的影响都更强，甚至比爱因斯坦的影响都更强。”在这里，“本世纪第三名最伟大的物理学家”评论了另外两名最伟大的物理学家，并按他们的影响排定了名次。这能够说是海森伯的“阿（ē）其所好”吗？是不是海森伯也发了疯？

派斯介绍的第三个评论者是“第三代物理学家中最好的和最著名的一个”。派斯没有指出这个人的名字，但是我们有相当把握推测此人就是美国的一代奇才理查德·费曼（Richard Feynman）。派斯介绍了他和这位朋友在 80 年代初期的一次谈话。从他们的谈话可以看出，这位第三代最好的物理学家对玻尔简直毫无了解，不知道玻尔的伟大性到底何在。他认为在人们有了新量子力学以后，玻尔的量子理论已经过时了。至于玻尔的互补性观点等等，他对此更是漠不关心，不知道它有什么重要性。

派斯试图回答并且自以为回答了他这位朋友的问题。然而遗憾得很，派斯是一个傲慢的人。他没有进行过史学方面的认真学习和严密思考，从来不是一个合格的科学史家。问

题一涉及历史的深度,他的论述就常常“露怯”,说出一些荒唐可笑的话来。他尤其不懂哲学,可以说是哲学方面的一个完全的门外汉。“互补性”是一种哲学的观点,尽管它和以往的任何哲学观点都不相同。作为一个哲学外行,派斯对玻尔互补性思想的理解也永远停止在“人云亦云”乃至“差之毫厘、谬以千里”的水平上。他在这方面的论述(或“学舌”)往往十分混乱,相当荒谬。以他这样的人来试图回答他那位朋友的问题,那简直是“以己昏昏,使人昭昭”了!

费曼和玻尔

正如派斯所确定的那样,和玻尔相比,理查德·费曼和派斯本人都是第三代的物理学家,而他的老师J.A.惠勒和他在康奈尔大学的同事汉斯·贝特(Hans Bethe)则都是第二代物理学家。贝特曾经评论说,人间的天才可以分成两种。第一种天才能作出伟大的贡献,但是那种贡献使你觉得只要足够努力你自己也能作出。第二种天才作出奇特的贡献,那种贡献使你觉得大出意外,无从着想。贝特认为,费曼属于第二种天才,也就是我们所说的奇才。

事实上,贝特本人也是物理学家们公认的天才。当年在洛斯阿拉莫斯,有人出一些数学难题来考验他们。本来人们以为费曼会最先解出,而不料最先解出的往往是贝特。不同的是,贝特表情庄重,道貌岸然,不苟言笑,"像一位德国教授那样",而费曼则语言便捷,不拘小节,爱开玩笑,没事找事。

确实,费曼一生在理论物理学方面作出了一些出人意料的不凡贡献,连他获得诺贝尔奖时的"领奖演说"也写成了一篇谈笑风生、趣味盎然的作品。他在量子场论中引用的"费曼积分",被人们和半导体器件中的"芯片"相提并论,因为二者都大大减缩了物理学家的工作,等于延长了物理学家们的生命。他写的两本个人回忆录,在美国成了很著名的畅销书。他爱好绘画,曾举行过个人画展。在南美工作期间,他学会了

演奏当地的一种乐器“邦戈鼓”,技艺甚高。他讲授过大学物理,课程的安排与众不同,讲课的录音被整理成了三册讲义,讲义的开头处就印着他演奏“邦戈鼓”的照片。他言行超脱,时出新意,留下了许许多多的逸闻趣事。作为玻尔以后的“第三代”物理学家,他没赶上参加玻尔的科学集体,但是他的许多事迹处处使人联想起哥本哈根集体中的泡利、伽莫夫、朗道等等的“名人”,而他的个性却又和这些名人的个性并不完全相同。总之他是一个多才多艺的很具传奇性的人物。

费曼在他的第一本回忆录中记述了他和玻尔在洛斯阿拉莫斯的会见。他叙述得也很有趣味——当然也可能有些夸张。

他说,当时的洛斯阿拉莫斯,聚集了英美等国科学技术界的精华。其中有些声名赫赫的要人,他们大多得过诺贝尔奖,当时已是大学校长一级的人物,而且和政府要员也有相当的交往。但是,即使在这些人们的眼中,玻尔也是“一尊伟大的神”。他们见了玻尔,大多唯唯诺诺,只会说:“是的,玻尔教授。”“好的……”

当时费曼自己还是一个小青年,人称“小理查德”。他是小人物,和玻尔会见时坐在后排的角落里,当然那里没有他说的话。但是,想必他的神情引起了玻尔的注意。第二天,在继续座谈的两个小时以前,玻尔的第四子奥格(当时任玻尔的科学助手)给他打来了电话,说是玻尔要见他。他以为电话打错了,就说:“要见我吗?我是小理查德。”奥格说不错,正是要见他。于是他就去见了玻尔。

费曼不怕任何权威,在任何大人物面前都是我行我素,深得我国古圣人“见大人则藐之”的真义。因此他和玻尔完全坦率地讨论了问题。当玻尔谈到一些如何使原子弹的效率更大的设想时,费曼就不客气地说:“不行,那办不到……”接着讲了一大段话。就这样,他们一来一往地交锋两个钟头。然后

玻尔一边点着自己的烟斗一边说:“好了,我想现在咱们可以把那些大头头们请进来了。”于是就把人们都叫进来,继续进行了讨论。

后来奥格对费曼讲了事情的经过。在头一天的会上,玻尔对奥格说:“你记得那边角落里那个小家伙的名字吗?他是这些人中唯一不怕我的人。因此,当我有了什么荒唐的想法时他就会告诉我。因此在下一次座谈时,只有这些对什么问题都说‘是的,是的,玻尔博士’的人是不行的。你把他找来,咱们先和他谈谈。”于是就有了那次单独的谈话。

费曼记述这段旧事,应该是表明他对玻尔颇有“知己”之感。然而关于玻尔在人类学术思想史中的崇高地位,他却可能一点儿也不理解。派斯在自己的“玻尔传”中提到了他自己和一位朋友的一段谈话。他说那个人是海森伯以后的一代物理学家中最棒的和最著名的人物之一。现在我们用 F(“朋友”或“费曼”)和 P(“派斯”)来分别代表那位朋友和派斯。他们的对话如下:

F:“你很熟悉玻尔吧?”

P:“是的。”

F:“那么请你告诉我,玻尔到底干了些什么。”

P:“喏,首先而又最重要的是,他是量子理论的奠基人之一。”

F:“这个我知道,但是那种工作已经被量子力学所超过了。”

P:“当然……”

派斯自称他接着就讲了玻尔在量子力学中所起的作用,特别是玻尔的引入“互补性”思想,因为他发现那位朋友对这些事情是不清楚的。在这里,我想插句嘴说,派斯的“玻尔传”有其一定的优点,但是在阐述“互补性”思想方面却是很不能令人满意的;或者说,派斯本人对他朋友所不了解的那些问题也是了

解得很不确切和一点儿也谈不到深透的！

这且不谈。我倾向于猜想，派斯所谈到的这位朋友，十有八九就是费曼。我的根据在此从略，因为谈起来太啰嗦，会使读者们感到心烦。不过我却想介绍费曼的一段议论。费曼曾经表示，他不相信在某一段时间内世界上只有十几个人懂得爱因斯坦的相对论，因为相对论一经提出，世界上肯定就有许多人通过这种或那种的方法弄懂了它。但是他认为量子力学的情况却与此相反。他在一本书中写道：

> "另一方面，我可以很有把握地说，世界上根本没有一个人真正懂得……量子力学……我将告诉你们大自然是怎样活动的。如果你们愿意简单地承认她可能确实这样活动，你们就会发现她是惹人怜爱的和使人心情舒畅的。如果你们还能忍住，就千万别一个劲地对自己说：'然而怎么会是这样的呢？'因为，不然的话，你们就会掉进'下水道'里去，掉进一个谁也还没能找到出口的迷宫里去——谁都不知道事情怎么会是这样的。"

我们知道，费曼是物理学史上极不多见的奇才。他有很强的个性和崇高的声望，谁也不敢瞧不起他。因此他才敢发表这样的言论。这是一种号召人们"知其然而不知其所以然"的言论，是一种提倡"不求甚解"的言论。世界上不知有多少物理学教授写了不知多少"以己昏昏，使人昭昭"的量子力学方面的书。他们对量子物理学的理解绝不会超过费曼的理解，但是他们中的绝大多数人却从来不敢（不肯、不愿意）承认自己不懂量子力学的真正道理。他们全都装出一副了不起的样子，似乎比谁都高明。

费曼敢于公开承认自己不懂，这是十分感人的。不过这也说明他的确很少接触过玻尔的互补性思想！

[General Information]
书名=学人逸话
作者=
页数=147
SS号=0
出版日期=